

NORDTEK:s Teknikdelegation

Summary in English

‘NORDTEK:s Teknikdelegation’ (NORDTEK’s Technology Delegation) was launched by NORDTEK, a collaboration network for institutes of technology in the Nordic countries, and was conducted with the purpose of investigating initiatives that have been taken in order to strengthen young people’s interest in mathematics, science and technology and the recruitment to engineering educations in the Nordic countries. The focus of the project was on bringing to the fore interesting and successful examples, analyse success factors, and suggest initiatives that would be suitable for spreading to other institutes of technology or to the other Nordic countries. Against a background of a large perceived gap between the number of students that decide to enrol in engineering education and the future demand for engineers in the industry, it is encouraging to see an increase in the enrolment in the Nordic countries the last couple of years. Henceforth, in the short term, a suitable focus might be to attract the “right” students, manage their expectations and work for high retention among the students that actually enrol. Research suggests that many young people are interested in science and technology, as such, but that the corresponding school subjects they have been presented to are perceived as difficult, less interesting and detached from their everyday lives and the society. This is particularly unfortunate with respect to the girls, who require the education to be relevant for them and match their current and future identities. Overall, strengthening of the education programmes that are offered to the students should be given higher priority than information campaigns with the purpose of changing the view of the engineering profession and engineering education.

‘NORDTEK:s Teknikdelegation’ recommends the following:

- In order to strengthen the recruitment, individual institutes of technology should focus on developing attractive education programmes that are relevant in relation to society and prospective students’ identities, rather than on information campaigns. NORDTEK should give increased focus to successful experiences of educational programme development.
- NORDTEK should encourage the development of national strategies in the Nordic countries for strengthening of the educational system with respect to science and technology. The collaborative effort between the Ministry of Education and Research, universities and other organisations behind the Norwegian strategy *Realfag for framtida* for the period 2010-2014 should serve as an example.
- NORDTEK should encourage sustained and reinforced financing of national resource centres, which focus on supporting education in science and technology. In particular, NORDTEK should work for the establishment of national resource centres with a dedicated responsibility for recruitment to educational programmes in science and technology in the Nordic countries, with RENATEsenteret in Norway as an example.
- Mathematics tutor programs, such as Intize in Sweden and ENT3R in Norway where students at institutes of technology tutor groups of upper secondary students, are put forward as successful recruitment initiatives. NORDTEK should play an active role in spreading information of such programs and encourage the implementation in more countries and institutes of technology.
- A seminar should be organised by NORDTEK for presentation of successful recruitment initiatives and exchange of experiences across the Nordic institutes of technology.

Bakgrund

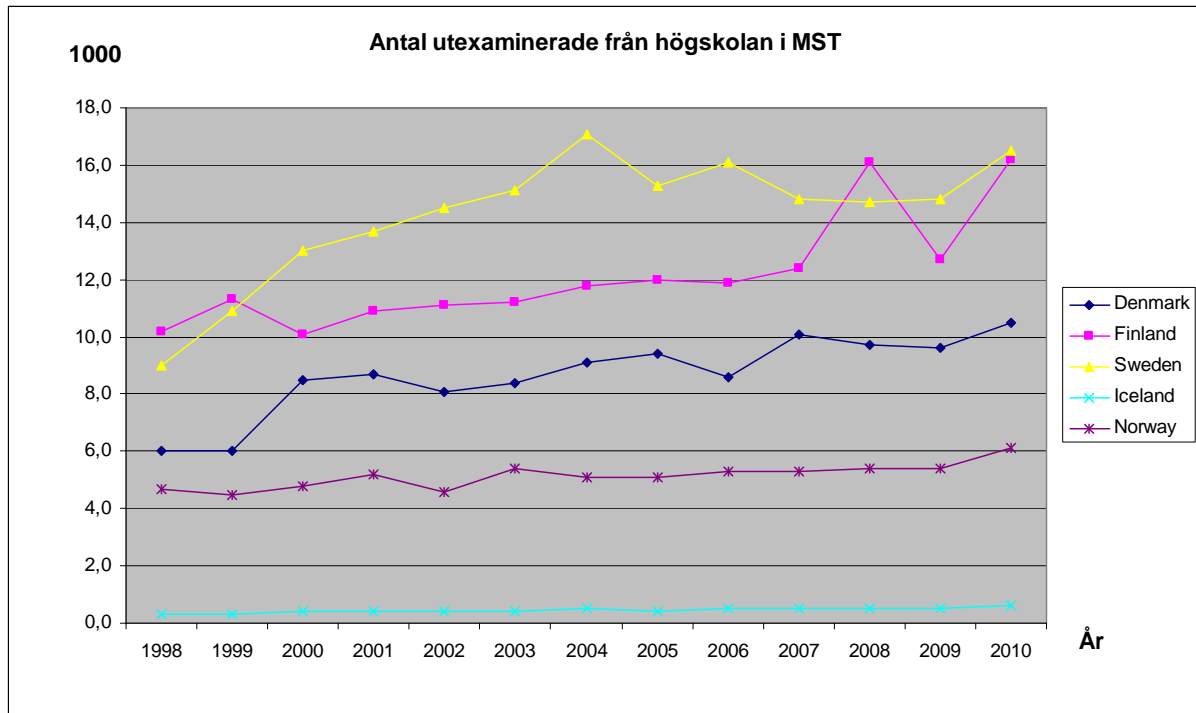
Projektet NORDTEK:s Teknikdelegation har bedrivits med syfte att kartlägga initiativ som har tagits i de nordiska länderna för att öka ungdomars intresse för matematik och naturvetenskapliga ämnen och härigenom öka intresset för ingenjörsutbildningar, analysera framgångsfaktorer för dessa initiativ och föreslå vilka som kan vara relevanta för införande på andra lärosäten eller på ett nordiskt plan. Fokus har legat på att lyfta fram och belysa särskilt intressanta initiativ, snarare än att göra en fullständig inventering.

NORDTEK, ett nätverkssamarbete mellan rektorerna för de nordiska tekniska högskolorna, är initiativtagare till NORDTEK:s Teknikdelegation och NORDTEK:s arbetsutskott har varit styrgrupp till projektet. Projektet har letts av Helen Dannetun, rektor vid Linköpings universitet och har genomförts i samarbete med Forskarskolan i naturvetenskapernas och teknikernas didaktik, FontD, vid Linköpings Universitet, där doktoranden Jesper Haglund har arbetat med projektet inom ramen för sin universitetstjänstgöring och sammanställt föreliggande rapport till juni 2012.

Sökande till ingenjörstudier – historik och nuläge

Ingenjörstudier har en något varierande tradition i de olika nordiska länderna och har följt olika utvecklingskurvor genom åren. Söktryck och antal studerande varierar dessutom med konjunkturläget på ett komplext sätt. Vid hög ungdomsarbetslöshet kan högskolestudier te sig som ett intressant alternativ, vilket borde öka antalet presumtiva studenter. Samtidigt kanske det inte är så frestande att satsa på en karriär i en bransch som för ögonblicket har stora problem. En annan fluktuation uppstår genom förändrade mönster i demografin som följd av varierande födseltal, pensionsåldrar och migrationsmönster. Över en längre period tycks det dock finnas en trend av vikande rekrytering till ingenjörstudier i västvärlden, men också en ökad efterfrågan av ingenjörer är förväntad. Sammantaget påvisar till exempel 'the European Round Table of Industrialists' (ERT) ett vidgande gap mellan utbud och efterfrågan på ingenjörer och naturvetare i Europa som helhet framöver (ERT, 2009). Mot bakgrund av att initiativ tas på bred front för att stärka rekryteringen och att en ingenjörstudier kan tyckas leda till en ljus framtidsutsikt kan situationen framstå som något paradoxal: Varför väljer alltför få ungdomar att studera vid en ingenjörstudier? Trots ett högt tonläge i media om ingenjörbrist har detta inte på marknadens vis lett till högre reallöner för ingenjörer under 2000-talets första decennium, vilket också minskar yrkets dragningskraft för den instrumentellt lagde. Detta faktum har för övrigt lett Lars Pallesen, tidigare rektor vid Danmarks Tekniska Universitet, att tala om den förmenta ingenjörbristen som "klynk" (Pallesen, 2007).

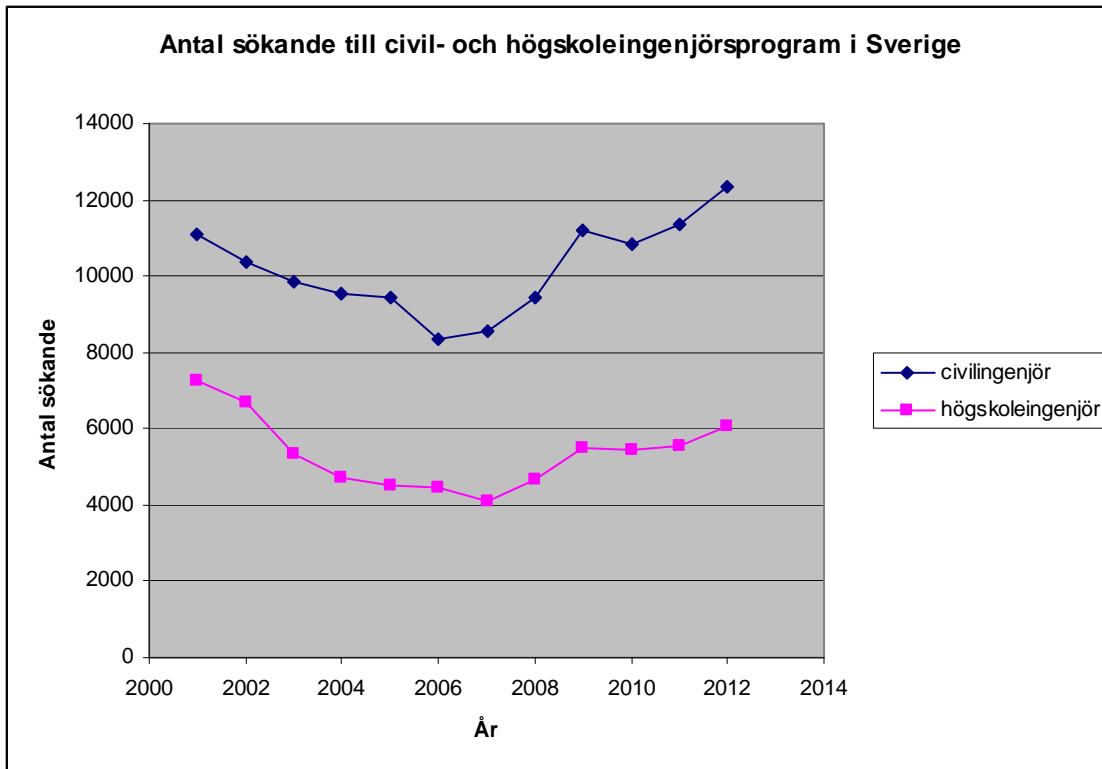
Vad säger då statistiken? Eurostat, EU:s statistikbyrå tar årligen med viss eftersläpning fram statistik över antalet studerande och antalet utexaminerade på olika högskoleutbildningar i Europas länder. I Figur 1 visas antalet utexaminerade vid på grund-, avancerad och forskarnivå vid högskole- och universitetsutbildning (ISCED-nivåer 5-6) inom 'mathematics, science and technology' (MST) per år i de nordiska länderna under perioden 1998-2010. Den övergripande trenden kan beskrivas som stabil och svagt positiv. Om vi tittar på detaljer kan en viss försvagning i Sverige noteras efter 2004, medan toppen för Finland 2008 förklaras av en genomförd examensreform.



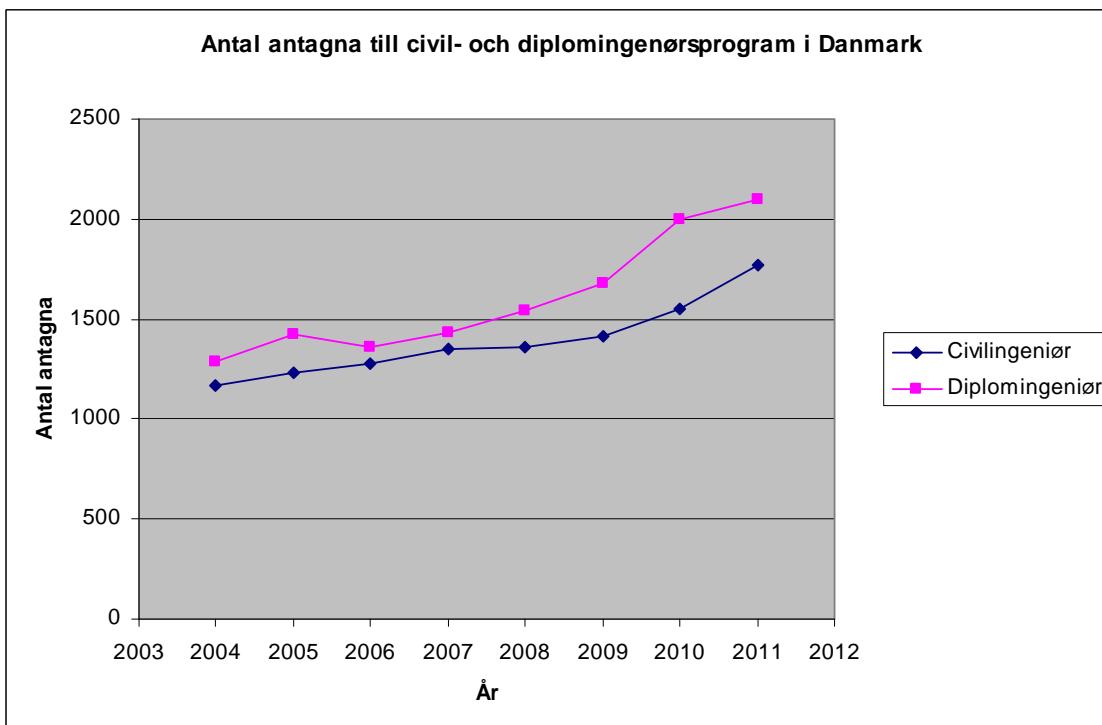
Figur 1. Antal utexaminerade från högskoleutbildning inom MST i de nordiska länderna (EUROSTAT, 2012).

Mot bakgrund av trenden för antalet examinerade studenter är det svårt att måla fram läget som katastrofalt, även om ett antal andra faktorer spelar in. Till exempel kännetecknades krisens 1990-tal av minskande rekrytering, vilket antagligen avspeglades i ett lågt utgångsläge i antalet utexaminerade under perioden före 1998. Vidare har det totala antalet studenter på högskolenivå ökat under perioden i många av länderna, så att den relativa andelen studenter inom MST visar svagare trender än de absoluta talen. Andelen studerande inom MST av alla studerande vid högskolor och universitet skiljer sig mellan de olika länderna och det kan vara angeläget för främst Norge, Danmark och Island att öka andelen, som idag ligger under genomsnittet i EU, medan Finland har den högsta andelen i EU och Sverige ligger nära genomsnittet (EUROSTAT, 2012). Ett ytterligare perspektiv är att andelen studerande inom MST av hela befolkningen är märkbart större i Finland och märkbart mindre i Norge, jämfört med de andra nordiska länderna. Dessutom speglar denna statistik bara utbudssidan på arbetsmarknaden och till exempel ERT ovan förutspår en ökad efterfrågan på ingenjörer framöver och därmed en brist även vid ett konstant antal utexaminerade ingenjörer.

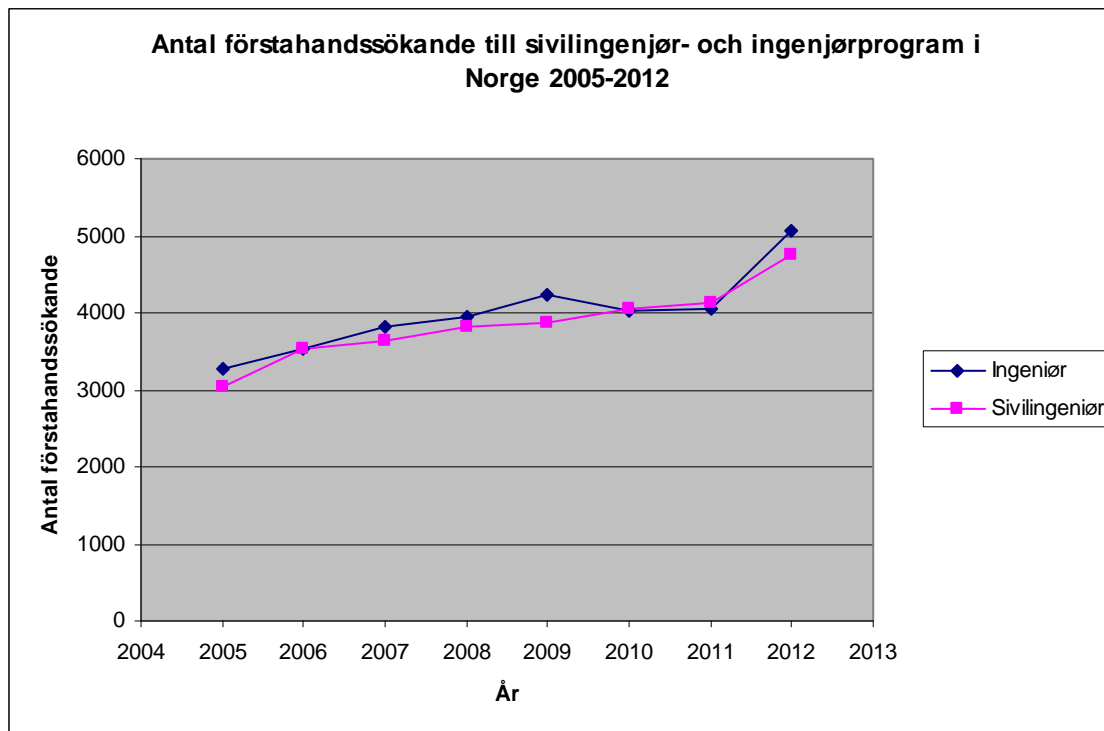
För att få en bild av situationen efter 2010 kan vi titta på antal sökande eller antagna specifikt till ingenjörsutbildningar i de nordiska länderna under de senaste åren. Här är situationen ännu mer hoppfull. Figurer 2-4 visar att antalet sökande eller antagna till ingenjörsprogram i Sverige, Danmark och Norge har ökat stabilt sedan tiden kring 2005. Givet att antalet sökande för tillfället visar positiva trender kanske fokus i det kortare perspektivet behöver ligga på att attrahera ”rätt” sökande och att se till att de som väl börjar ges goda förutsättningar att lyckas i sina studier och att fullfölja dem.



Figur 2. Antal sökande till civil- och högskoleingenjörprogram i Sverige 2001-2012 (Högskoleverket, 2012).



Figur 3. Antal antagna till civil- och diplomingenjörprogram i Danmark 2004-2011 (IDA, 2008, 2011).



Figur 4. Antal förstahandssökande till sivilingenjör- och ingenjörprogram i Norge 2005-2012 (SO, 2012).

Varför rekryteringsinitiativ?

Nordens industrier och arbetsmarknad i stort har ett behov för en stadig rekryteringsbas av nya ingenjörer. Samtidigt uttrycks alltså att detta behov inte tillfredsställs i tillräcklig utsträckning, där en del av problematiken är att alltför få studenter söker till och studerar vid ingenjörsutbildningarna. Särskilt i tider av högkonjunktur ökar behovet av ingenjörer och en brist uppstår, vilket har fått stort utrymme i medier och i allmänhetens medvetande i hela västvärlden (Becker, 2010). En konsekvens har varit att många typer av initiativ har tagits på olika nivåer för att stärka rekryteringen och öka ungdomars intresse för naturvetenskap och teknik (Prieto, et al., 2009).

Prieto, et al. (2009) har gjort en sammanställning av rapporter rörande rekrytering till ingenjörstudier på högskolenivå, framför allt från USA, Storbritannien och Australien. De menar att majoriteten av rapporter rörande rekrytering har fokuserat på symptomen – att rekryteringen i något avseende är för svag – men att alltför få av dem har analyserat bakomliggande faktorer. Utifrån rapporter med en sådan mer djuplodande analys har Prieto et al. identifierat fyra kategorier av bakomliggande påverkande faktorer:

Nationella investeringar från stat och näringsliv. Många rapporter drar slutsatsen att stat och näringsliv, gärna i samarbete med varandra och med skolor, behöver satsa mer pengar på teknik och naturvetenskap i skolan.

Informationskällor. Prieto, et al. (2009) menar att ungdomar skaffar sig information inför beslut om vidare studier från många olika källor. Intressant nog lyfter de fram föräldrar, men också andra anhöriga, som en viktig källa för påverkan. Dels får barnen information från föräldrarna, men det finns även ett övergripande samband att barn till föräldrar med akademisk utbildning själva i högre grad studerar vidare än barn till föräldrar utan akademisk

utbildning. Lärare och studievägledare är personer från skolmiljön som också har stor påverkan. Vid sidan av direkta kontakter med människor får ungdomarna också mycket information via media, såsom television och Internet.

Skolsystemet. Skolsystemet som helhet spelar en viktig roll i att bygga upp en rekryteringsbas för ingenjörsutbildningar. Lärarna, särskilt på gymnasienivån men också vid undervisning i lägre åldrar, är en grundläggande komponent i skolan. Lärarnas kompetens och egen attityd till relevanta ämnen, såsom teknik, naturvetenskap och matematik, är viktig för att eleverna ska kunna bygga och tillämpa kunskaper i ämnena. För att utbilda kompetenta lärare behövs i sin tur en kvalificerad lärarutbildning och fortbildning av verksamma lärare. Lärarna behöver dessutom resurser i form av tid, utrustning och organisatoriskt stöd för att kunna ge eleverna en fullgod undervisning. Vidare lyfter Prieto, et al. (2009) fram den påverkan skolans läroplaner, bedömning och nationella prov har på undervisningen i naturvetenskap och teknik, och i förlängningen på elevernas framtida studieval. Utifrån situationen i USA, Storbritannien och Australien målar de upp en ganska mörk bild där alltför detaljerade läroplaner med för mycket fokus på faktakunskaper och styrning utifrån nationella prov mer är hinder än stöd för lärare som vill betona naturvetenskapens och teknikens tillämpning i arbetsliv och vardag. Som kontrast menar Prieto, et al. att mer ingenjörnära kontexter är nödvändiga för att stimulera eleverna och påvisa teknikens användbarhet. Högskolor, museer, 'science centers', etc., fyller en viktig roll genom samverkan med skolor kring teknik och naturvetenskap. Sådana program är potentiellt positiva för rekryteringen till högre studier. De utvärderas dock sällan med avseende på deras påverkan kring attityder till ämnena eller rekrytering, utan mer utifrån upplevelsen bland deltagarna, och kvaliteten på genomförandet av programmen.

Syn på teknik och ingenjörskonst. Prieto, et al. (2009) ger också en mörk bild av synen på teknik och på ingenjören bland ungdomar, till en del förmedlad via lärarna som själva har en negativ, stereotypisk bild av ingenjören och hur yrket kan gestalta sig. Ingenjören ses som en reparatör eller mekaniker, medan yrkets inslag av matematik, naturvetenskap och design sällan noteras. Det finns också en bristande medvetenhet om att yrket kan innebära en ganska god inkomst.

Becker (2010) antar utmaningen att förklara den vikande rekryteringen till ingenjörsutbildningar och menar att ungdomars, i våra ögon olyckliga, studieval, inte beror på bristande informationsunderlag, utan helt enkelt är en konsekvens av rationella överväganden utifrån deras situation. Han menar att förklaringen till att ungdomarna i alltför liten utsträckning söker ingenjörstudier inte är att de är för dumma för att förstå yrkets förtjänster, utan att de är så smarta så att de beaktar även dess tillkortakommanden. Det är inte genom övertalning eller informationskampanjer som en negativ trend kan vändas, utan beslutsfattare behöver fokusera på de reella förutsättningarna för en presumtiv ingenjörstudent. Utgående från samhällsutvecklingen i västvärlden, med exempel främst från Tyskland, målar Becker upp ingenjörens förändrade roll. Efter en period av teknikoptimism som höll i sig fram till 1960-talet, har dagens miljöengagemang och en teknik som är alltmer obegriplig för lekmannen fått ingenjörskonsten att framstå som mindre angelägen än tidigare. Detta kan tyckas paradoxalt mot bakgrund av vårt tilltagande beroende av tekniken, men Becker menar att vi närmar oss den främst som användare i serviceekonomin, med kunskaper som inte utvecklas på en ingenjörstudier. Dessutom arbetar ingenjörer och IT-specialister ofta inom konjunktur känsliga branscher, vilket gör yrkena mindre attraktiva för riskobenäga studenter efter de senaste decenniernas turbulenta konjunkturskiftet. En annan dimension är att ingenjörstudenterna inte upplevs få träning i praktiskt handlag, kommunikation eller samarbete i team, vilket minskar deras attraktion i näringslivet, och därigenom i sin tur också

utbildningens attraktion för studenterna. Becker visar utifrån exemplet Siemens, som ändå är ett företag där tekniken är en grundval för verksamheten, att andelen ingenjörer minskar ju högre upp man kommer i hierarkin och att denna fördelning har förstärkts över tid. Han avslutar med ett antal rekommendationer för att vända trenden. Dels menar han att vi behöver satsa mer på teknikundervisningen i hela skolsystemet, även för yngre åldrar. Här behövs även gästföreläsningar av företrädare för forskning och näringsliv som kan förmedla nya spännande landvinningar inom teknik och naturvetenskap. I linje med Sjøberg (2000) menar Becker att kunskap om tekniken och naturvetenskapen behöver bli etablerat som en naturlig del av allmänbildningen och vad vi behöver i vår roll som kompetenta samhällsmedborgare. När det gäller ingenjörsutbildningarnas innehåll behöver de – främst i ett tyskt perspektiv, men relevant även i Norden – styras om från ett traditionellt teoretiskt fokus där de svagare studenterna förväntas falla ifrån efter hand, till en mer stödjande miljö med fokus på studentaktiva undervisningsformer, praktiska tillämpningar och projekt.

I en svensk kontext föreslår Ottemo (2009) ett kritiskt perspektiv på rekryteringsarbete till tekniska utbildningar, som ligger väl i linje med Beckers (2010) tankar ovan. Utifrån sin analys av två framträdande rekryteringskampanjer som drevs under det gångna decenniet i Sverige, 'Morgondagens ingenjör' och 'VäljIT-kampanjen', menar Ottemo att de har en gemensam syn på vad problemet är och hur det bör åtgärdas. Huvudproblemet som målas upp i kampanjerna är att det finns ett bristande intresse för tekniska utbildningar, och att orsaken till detta är att presumtiva studenter, studievägledare, etc., hyser missuppfattningar och fördomar om vad tekniska studier och ingenjörsarbete innebär. Dessa missuppfattningar inkluderar att en ingenjörsutbildning skulle vara en särskilt krävande elitutbildning, att det är en smal ämnesinriktad utbildning utan fokus på att bygga social kompetens och att ingenjören betraktas som en "kugge i maskineriet". Lösningen för att komma till rätta med problemet är följaktligen att bistå med information så att missuppfattningarna kan vändas till en korrekt bild och ge ett relevant beslutsunderlag inför studieval, vilket bör leda till ökad rekrytering. Ottemo menar emellertid att detta är en olycklig utgångspunkt för en analys av problemet med bristande rekrytering. I själva verket har elever och studievägledare rätt i att ingenjörsutbildningar är särskilt krävande, något som framgår till exempel av de tekniska högskolornas eget informationsmaterial. Man kan ha olika uppfattningar rörande om det fortsatt bör vara på det sättet, men det är en god beskrivning av nuläget. Vidare har de också rätt i att ingenjörsutbildningarna i Sverige, liksom i Tyskland enligt Becker (2010) ovan, har ett förhållandevis smalt fokus på ämneskunskaper. Inte heller är känslan av att vara "en kugge i maskineriet" märklig mot bakgrund av att kampanjerna främst fokuserade på externa, instrumentella skäl för att vidmakthålla rekryteringen, att säkra Sveriges framtida roll som industrination, snarare än att se till studenternas egna behov och möjlighet att förverkliga sina livsdrömmar. I konstruktiv anda förespråkar Ottemo ett mer självkritiskt perspektiv där rekryteringsarbete inte kan ses separat från ett ständigt pågående förändringsarbete av den egna verksamheten för att bättre leva upp till det som studenterna efterfrågar i utbildningen, t.ex. genom ytterligare breddning av innehållet utöver de rena ämneskunskaperna. Rekryteringsarbete ska inte främst vara fråga om informationskampanjer för att ställa till rätta tänkta missförstånd i samhället.

Forskning kring studieresultat, attityder, studieval och avhopp

Finlands goda resultat i kunskapsundersökningar

Det har knappast undgått någon att medan de övriga nordiska länderna på senare år endast har nått medelmåttiga resultat vid nationella undersökningar över skolelevs kunskapsnivå, bland annat i matematik och naturvetenskap, ligger Finland bland de främsta länderna i världen och

utmärks framför allt genom liten variation mellan skolor och elever. Lavonen och Laaksonen (2009) analyserde finska 15-16-åringars goda resultat i PISA 2006 rörande 'scientific literacy' och sökte faktorer till framgången. En viktig bakomliggande faktor står att finna i det finska skolsystemet. Sedan 1970-talet drivs skolsystemet av en gemensam vision om ett kunskapsbaserat samhälle. I linje med övriga Norden övergick man då till en gemensam obligatorisk enhetsskola, där stor vikt läggs vid jämlikhet och sammanhållna klasser långt upp i åldrarna utan nivåuppdelning efter elevernas kunskaper och färdigheter. Skolor och kommuner kännetecknas av en hög grad av självständighet, och ansvaret att utveckla undervisnings- och uppföljningsformer vilar i stor utsträckning på den enskilda läraren, vilken ses med stor respekt och tillit i det finska samhället. Det finska skolsystemet kännetecknas även av en stark kontinuitet, där förekommande förändringar har gjorts gradvis och i politisk konsensus. Detta kan kontrasteras mot Sverige, där många mer genomgripande reformer har skett under perioden, ofta med skilda politiska förtecken. Som ett led i det stora ansvaret som läggs på lärarkåren har Finland, liksom fram till nyligen Sverige, gått emot den internationella trenden av ökad standardisering, skolinspektioner av nationella myndigheter och styrning via gemensamma nationella prov. Den stora skillnaden gentemot Sverige är att den finska lärarutbildningen och skolundervisningen har tydligare fokus på starka ämneskunskaper, medan man i Sverige mer har betonat skolans fostrande roll.

I PISA svarade ungdomarna på kunskapsrelaterade frågor, uppgav i vilken utsträckning olika former av undervisning bedrivs på deras skolor, och delgav sin attityd till naturvetenskapliga ämnen. Lavonen och Laaksonen (2009) fann att lärarledd katederundervisning och praktiska laborativa moment dominerar den finska undervisningen, medan inslag av debatt eller argumentation mellan elever och undersökande verksamhet ('scientific inquiry') var ovanligare i finska skolor, jämfört med andra OECD-länder. Trots att just argumentation och undersökning betonas i PISA-testet var paradoxalt nog en hög grad av sådana aktiviteter korrelerat med låga kunskapsresultat i testet, medan demonstrationer och förklaringar av lärare var kopplat till högre kunskapsresultat. En annan paradox är att finska elever uttryckte ett lägre intresse för naturvetenskapliga ämnen och särskilt naturvetenskapen som process än i andra länder och hade – nedslående nog givet fokus i den här rapporten – även ett lägre intresse för en karriär inom dessa ämnen. I gengäld hade de finska ungdomarna, liksom i övriga OECD-länder, en hög tilltro till den egna förmågan och kunskapen i dessa ämnen, vilket i andra studier har visat sig ha en stark påverkan på studieval (Simpkins, Davis-Kean, & Eccles, 2006). Hög tilltro till den egna förmågan och den egna kunskapen var också kopplat till höga kunskapsresultat på individnivå i testet (Lavonen & Laaksonen, 2009).

Utvärdering av rekryteringsinitiativ

Som bland annat Becker (2010) noterar ovan har ett stort antal vällovliga initiativ tagits över västvärlden för att stärka intresse för teknik och naturvetenskap bland barn och ungdomar och, i förlängningen, locka till högskolestudier i dessa ämnen. Som vi har sett sker detta dock mot en bakgrund av vikande intresse bland ungdomarna och man kan fråga sig vilken nytta initiativen har. Alternativt, skulle situationen kanske vara ännu mer besvärlig om initiativen inte hade genomförts?

Som vi återkommer till nedan bedrevs NOT-projektet på nationell nivå i Sverige 1993-2003 för att stärka undervisning i naturvetenskap och teknik. Sjøberg (1999) utvärderade den första fasen av projektet och konstaterar:

Noen helt konkret og direkte 'måling' av NOT-prosjektets virkninger er verken teoretisk eller teknisk mulig – noe man heller ikke kan klare i tilsvarende prosjekter i andre land. /.../ Men man kan uten tvil slå fast at NOT-prosjektet etter fem år har 'satt spor'.

Poole, deGrazia och Sullivan (2001) rapporterar om sina ansträngningar att etablera ett ramverk för utvärderingar av samverkansprogram ('outreach programs') vid Collage of Engineering and Applied Science, University of Colorado, Boulder, med lärare och grundskoleelever i regionen. Efter att ha noterat anekdotiska framgångar ville man få på plats mer systematiska belägg: "how do we know that the workshops make a difference?" (s. 43). Intressant nog fattade man tidigt beslutet att *inte* följa upp effekterna med avseende på de deltagande eleverna, eftersom man ville fokusera på att ge dem en spännande upplevelse kring teknik och att man ville undvika att förvandla initiativet till en forskningsstudie. Däremot följde man upp utfallet med lärare som deltog i workshops och bad att få synpunkter om verksamheten från elever och lärare i framåtblickande syfte.

I Sverige genomförde organisationen Vetenskap & Samhälle (VA) en undersökning av uppföljningar som har gjorts av initiativ för att stärka intresset för naturvetenskap och teknik bland barn och ungdomar (VA, 2007), med titeln *Projekt utan effekt?* Av 26 undersökta projekt och tävlingar har ungefär 2/3 genomfört någon typ av utvärdering, men knappt en av fyra med avseende på både verksamhetens genomförande och dess effekt. Vanliga punkter man följer upp är om verksamheten fungerade väl organisatoriskt och om deltagarna är nöjda, medan effekter kan röra sig om deltagarnas kunskaper eller deras intresse för frågorna de har arbetat med. Kontakter med projektansvariga visar att de gärna skulle ha velat göra effektmätningar, men att de tycker att det är svårt att veta hur de ska kunna göras, med långa fördröjningar mellan insats och eventuellt utfall, och svårt att finna tid och resurser att genomföra dem. Man menar vidare att det är svårt att påvisa ett enskilt projekts påverkan på studieval senare i livet. VA presenterar även ett antal framgångsfaktorer som anses ha stor inverkan på framgången av genomförda initiativ. När det gäller arbetssätt gäller det att finna en balans mellan teori och praktik. Ledarna som bedriver verksamheten är särskilt viktiga för att entusiasmera deltagarna och ledarna kan även bli förebilder för dem. Föräldrars attityder och möten med forskare i anknytning till initiativen är andra viktiga faktorer för att stärka deltagarnas motivation och motverka stereotypa bilder av forskning och forskaren. Projekten betonar också långsiktighet och samverkan med skola och näringsliv. För framgång behöver initiativet formas noga efter målgruppen och ett särskilt fokus efterfrågas för att etablera ett intresse för teknik och naturvetenskap redan i unga år. Många initiativ är dessutom riktade direkt mot flickor och att bryta stereotypa könsmonster. Slutligen anses det viktigt att knyta till deltagarnas egen verklighet, gärna på ett tvärvetenskapligt sätt, och göra aktiviteterna relevanta för behov i vardagen. Som slutsats vill man uppmuntra till att tid och resurser avsätts för effektmätningar i större utsträckning än vad som hittills har varit fallet.

Optimalt skulle man vilja ha underlag som väger kostnader mot framtida rekryteringseffekter för att kunna besluta om man ska satsa på ett nytt eller kontinuerligt pågående initiativ. Dessvärre är det alltså ofta svårt eller omöjligt att separera ut effekten av ett enskilt initiativ när det gäller sökande till högskoleutbildningar och vi för därför använda oss av mer kvalitativa bedömningskriterier i de enskilda fallen. Det är dock rimligt att tänka sig att den samlade effekten av alla dessa olika engagemang är att många barn och ungdomar får en mer positiv syn på naturvetenskap och teknik, i linje med Sjøberg (1999) ovan, och att rekryteringen kollektivt stimuleras enligt "många bäckar små blir till slut en hel å".

Attityder bland ungdomar rörande naturvetenskap och teknik och val av studier inom STEM – ROSE, Vilje-con-valg och IRIS

ROSE är en internationell studie, inkluderande ca 40 länder, rörande 15-åringars attityder till STEM (science, technology, engineering and mathematics). Projektet koordinerades av Svein

Sjøberg vid Universitetet i Oslo (UiO) och löpte under det gångna decenniet. I sin sammanställning av ROSE-projektet visar Sjøberg och Schreiner (2005) att många av ungdomarna håller med om påståendet att naturvetenskapen och tekniken är bra för samhället. Det är bara det att de själva i låg utsträckning kan tänka sig att arbeta inom dessa områden. Generellt kan endast få ungdomar i västvärlden tänka sig att bli forskare och få flickor men fler pojkar kan tänka sig att arbeta med teknik. I fattigare länder har ungdomarna emellertid en mer positiv inställning till naturvetenskap och teknik och skulle vilja lära sig mer om åtskilliga områden på en lista av förslag. Det vilar en djup ironi i det faktum att ungdomar i fattigare länder vill studera dessa ämnen, men har begränsad möjlighet till det, medan ungdomar i våra rikare länder inte ser sådana studier som en attraktiv valmöjlighet. Rörande intresse för specifika områden inom naturvetenskap och teknik skiljer det sig en hel del mellan pojkar och flickor. Pojkar intresserar sig för dramatiska teman som vapen och teknik i allmänhet, till skillnad från flickor som uttrycker ett intresse för hälsa, den egna kroppen och ställer krav på en koppling utanför vetenskapen i sig, som till exempel de aktuella miljöproblemen.

I sin analys av den svenska delstudien av ROSE lyfter emellertid Jidesjö, Oscarsson, Karlsson och Strömdahl (2009) fram en fråga som intresserade både pojkar och flickor: om det finns liv på andra planeter än jorden. Dessvärre är detta ett tema som sällan tas upp i skolundervisningen, kanske på grund av att det skulle krävas ett samarbete mellan lärare, t.ex. i fysik, biologi och religion, och att det ligger vid forskningsfronten och ännu inte har hunnit omformuleras till ”skolkunskap”. I en i Sverige uppmärksam utvärdering av den obligatoriska grundskolan (Skolverket, 2003), framkom att läget var särskilt problematiskt för ämnena fysik och kemi. Vid enkäter till elever i klass 9, svarade de i genomsnitt att dessa ämnen var mindre intressanta, mindre viktiga att ha goda kunskaper i och svårare, relativt andra ämnen i grundskolan. Matematik var också tråkigt och ointressant, men det sågs, vid sidan av de andra ”kärnämnen” engelska och svenska, som viktigt att ha goda kunskaper i matematik. Samtidigt visar resultaten från ROSE att våra ungdomar visst är intresserade av många olika områden med bäring på de naturvetenskapliga ämnena, till exempel som de framställs i populärvetenskapliga media (Jidesjö, et al., 2009). Det är alltså inte fråga om att ämnena i sig är svåra och otillgängliga, utan det kommer an på det urval som görs och det sätt på vilket de framställs i skolan som skolämnen. Intressant nog har Jidesjö (2010) även påvisat en god överensstämmelse mellan de områden ungdomarna har angett störst intresse för och utbudet på Discovery Channel. Detta är i och för sig inte konstigt, med tanke på att sådana kommersiella kanaler utvecklar sitt programutbud utifrån marknadsundersökningar som är snarlika ROSE i sin design. Sett från den positiva sidan finns det här en stor möjlighet till förbättring av verksamheten ute på skolorna. En förhastad slutsats kan här vara att okritiskt ge eleverna det de omedelbart vill ha, såsom att låta dem titta på Myth Busters för jämnar, eller könsuppdelad undervisning, där flickorna får ägna sig åt kroppen och läkekonst medan pojkarna sysselsätter sig med vapen och explosioner. Vi bör då dock påminna oss om att uppdraget i skolan inte är att eleverna ska bli underhållna och få sin syn på världen bekräftad i allt, utan att de ska utvecklas och utmanas genom att möta nya synsätt. Undervisningen behöver utvecklas på ett smart sätt, så att lärarna å ena sidan lyckas fullgöra sitt formella uppdrag i att elever ska uppnå godkända kunskapsnivåer enligt gällande läroplaner i de respektive länderna, men att de i denna gärning kan ta draghjälp av de områden och arbetssätt vi vet att eleverna blir särskilt stimulerade av. Det ena behöver inte utesluta det andra.

ROSE och studien från Skolverket utgår huvudsakligen från medelvärden av ungdomarnas utsagor. Givet att de tekniska högskolorna erbjuder en specialisering inom STEM och därigenom inriktar sig på det andra ledet längs skiljelinjen ”science for all or science for

some” (Jidesjö, et al., 2009) är det kanske viktigast att det är de starkare eleverna som har en positiv attityd till dessa ämnen. Lyckligt nog, och kanske inte så oväntat, visar Jidesjö et al. (2009) att elever i nian (sista året av grundskolan) i Sverige som har sökt till naturvetenskapliga och tekniska gymnasieprogram i högre utsträckning än elever som har sökt till andra program tycker att skolans naturvetenskap är intressant och inte svårt att lära sig.

I efterföljden av ROSE har man initierat ytterligare studier vid UiO för att titta på sambandet mellan attityder till STEM och val av utbildning i dessa områden bland ungdomar. Studien Vilje-con-valg har genomförts, där titeln förråder kopplingen mellan intresse och val till högre studier. 2008 ombads alla förstaårsstudenter i 'realfag' och några jämförande grupper i andra ämnen vid norska universitet och högskolor att svara på en enkät om deras intressen och bevekelsegrund för studievealet. Som vi såg ovan har det visat sig svårt att följa upp effekter av enskilda rekryteringsinitiativ genom att i efterhand undersöka deltagarnas framtida studieval. En studie som Vilje-con-valg vänder på perspektivet och särskilt inflytelserika initiativ borde förhoppningsvis få genomslag i studenternas enkätsvar. I sin redogörelse av resultat och slutsatser från Vilje-con-valg visar Schreiner, Henriksen, Sjaastad, Jensen och Løken (2010) att alla studentgrupper lyfter fram personligt intresse och möjlighet till självrealisering som särskilt viktigt vid val av framtida jobb. Studenterna går vidare in i sina studier med höga förväntningar på att de ska vara intressanta och meningsfyllda och betonar vikten av hög ämneskvalitet och relevans, men också en god studiemiljö. Andra personer har betydelse för studieval, särskilt föräldrar, men lärare generellt och framför allt studierådgivare upplevs ha mindre inverkan. Fiktiva personer anges generellt som mindre betydelsefulla, men intressant nog anger mer än hälften av bioingenjörerna att de har påverkats av film och TV-serier, där särskilt CSI nämns i de öppna frågorna. Sjaastad (2011) har särskilt fokuserat på öppna frågor där studenterna har fått ange andra personer som har varit inflytelserika i deras studieval och här nämns vissa enskilda lärare och föräldrar, främst fäder, oftast. Mönstret är speciellt tydligt bland kvinnliga studenter och personliga kontakter tycks särskilt viktiga för dem vid val av studier. Sjaastad drar slutsatsen att vi bör satsa resurser på att bygga personliga relationer till presumtiva studenter, eller indirekt påverka personliga relationer genom att inte bara rikta informationsmaterial till ungdomarna, utan även deras föräldrar, lärare och andra. Företag och institutioner kan till exempel bidra med undervisningsmaterial för att ge en realistisk bild av en tänkbar framtida yrkesroll. När det gäller kommunikationskanaler visar Schreiner et al. (2010) att universitetens och högskolornas egna hemsidor är särskilt viktiga, medan studenterna som regel överhuvudtaget inte har kommit i kontakt med hemsidor för övergripande rekryteringskampanjer. Särskilt intressant är svaren från studenter som antagligen hade goda förutsättningar för en utbildning inom STEM, men valde en annan inriktning, såsom civilekonomer. För dem tycks ambitioner med avseende på karriär och lön ha varit avgörande, då de ofta har ett gott förhållande till matematik och naturvetenskap som ämnen. Studenter vid sjuksköterskeutbildningar och inom turism ser 'realfag' som krävande men har en neutral attityd till ämnena. Däremot ser de matematik som den största utmaningen och författarna menar att det är en möjlig viktig orsak till att studenter väljer bort en utbildning inom STEM. Schreiner et al. föreslår att för att stärka rekryteringen till STEM bör vi fokusera på ämnenas möjliga roll i de presumtiva studenternas förverkligande av sina livsmål. Särskilt unga kvinnor efterfrågar relevans och mening i studierna, och exempel som kan lyftas fram är teknikens och naturvetenskapens roll i utveckling av nya behandlingsmetoder i vården eller främjande av en klimatmässigt hållbar utveckling. Vidare lyfter man fram det personliga mötet med studenter, representanter från det framtida yrkeslivet, etc. Inom ramen för Vilje-con-valg har, utöver enkäterna, kvinnliga studenter fått beskriva sina studier i en mansdominerad miljö, avhoppade studenter intervjuats och en

analys genomförts av ENT3R, ett rekryteringsinitiativ med hjälp av matematikfaddrar, som vi återkommer till nedan.

IRIS ('interests & recruitment in science') är en studie under ledning av Ellen K. Henriksen vid UiO, vilken initierades 2009 med syfte delvis överlappande med Vilje-con-valg men med internationell omfattning. Den centrala datainsamlingen är även här utskick av enkäter till förstaårsstudenter vid högskolor och universitet rörande intresse för STEM och val av utbildning. Som en teoretisk bakgrund för IRIS har Bøe, Henriksen, Lyons och Schreiner (2011) analyserat ungdomars motivation och studieval utifrån Eccles 'expectancy-value theory' (Eccles & Wigfield, 2002), där den övergripande idén är att en individs val av en aktivitet och grad av framgång vid genomförandet grundas i individens förväntningar av hur bra det kommer att gå och i vilken utsträckning han eller hon värdesätter aktiviteten. Tillämpat på val av utbildning finns här två faktorer: förväntad framgång, respektive upplevt värde av en viss studieinriktning. Övergripande upplevs studier inom STEM som svåra, vilket brett drar ner förväntan om framgång. Även starka elever, både inom STEM och i andra ämnen, upplever sig ha svårare med just dessa ämnen än andra. Denna bristande självförtroende är särskilt tydligt bland flickor (Lyons, 2006). När det rör upplevt värde i utbildning inom STEM diskuterar Bøe, et al. (2011) utifrån fyra underkategorier i Eccles modell:

Intresse eller inre motivation ('interest-enjoyment value'). Den första kategorin rör i vilken grad man är intresserad för eller helt enkelt tycker om att ägna sig åt aktiviteter inom ett visst ämnesområde. Bøe, et al. (2011) menar att ett inre intresse är viktigt för val av studier, men också att studier såsom ROSE visar att vi här står inför utmaningar med avseende på STEM. Till exempel visar Lyons (2006) i en jämförande studie om elevers upplevelser av skolans naturvetenskapsundervisning i Sverige, England och Australien att elever som visar ett intresse för ämnet i sig och tidigt har tänkt sig en karriär inom det inte sällan överger de planerna på grund av en upplevelse av alltför torftiga undervisningsformer och svårbegripligt innehåll. Bøe, et al. (2011) drar slutsatsen att eleverna behöver mötas av en undervisning som tar till vara på de områden som de tycker är intressanta, ger prov på vetenskapens betydelse för samhället och en insikt i yrkeslivet inom STEM.

Identitet och överensstämmelse med självbild ('attainment value'). Studenter väljer studieinriktning till en del beroende på hur väl de tror att utbildningen och en framtida karriär på dess bas stämmer överens med deras egen identitet och, intressant nog, med deras tänkbara framtida identiteter. Denna fråga har accentuerats i vår tid med stort fokus på självförverkligande och byggande av den egna identiteten. Bøe, et al. (2011) menar att en sådan överensstämmelse i stor utsträckning grundar sig på om man kan identifiera sig med personer som representerar ämnet eller yrket, det vill säga förebilder eller 'role models'. Studier av synen på naturvetenskapsmannen (för det är typiskt en man) målar fram bilden av en i och för sig intelligent och strävsam person, men ganska tråkig och inte särskilt socialt tillvänd. Utmaningen med bristen på lämpliga förebilder är här särskilt stor när det gäller att attrahera kvinnliga studenter till utbildningar inom STEM. Här kan utbildningssystemet bli mycket bättre på att ge fler möjliga förebilder, t.ex. genom samarbete med universitetsstudenter och näringsliv. Mentor och möten med 'significant others' är alltså särskilt betydelsefulla för unga kvinnor.

Upplevd nytta eller extern motivation ('utility value'). Den tredje underkategorin rör den externa motivationen, vad studenten skulle kunna uppnå i termer av att hålla många möjliga utbildningsvägar öppna och framtida karriärmöjligheter genom att välja en utbildning inom STEM. Lyons (2006) fokuserar främst på val av fördjupande studier inom STEM på

motsvarande gymnasiet och lyfter särskilt fram denna externa motivation som viktig i elevernas resonemang. Mot bakgrund av att eleverna inte upplever STEM som personligen engagerande, men att det ger möjlighet till prestigefyllda universitetsprogram och attraktiva karriärer, skapas här en spänning och svåra valsituationer. Frågan är om vi törs lita på att studenter fortsätter välja ingenjörsutbildningar av rent instrumentella skäl. Som Becker (2010) och Schreiner et al. (2010) visar kanske den student som särskilt ser till lön och karriär inte främst väljer en ingenjörsutbildning.

Relativ kostnad ('relative cost'). Slutligen rör den relativa kostnaden uppoffringen i termer av tid, pengar och engagemang en student behöver göra för att genomgå en utbildning. I överförd bemärkelse finns här även ängslan för ett eventuellt misslyckande. I det här avseendet upplevs utbildningar inom STEM typiskt som mer krävande än andra utbildningar, då de ses som både svåra och arbetskrävande. Det är inte säkert att vi vill ändra på bilden av utbildningar inom STEM som krävande; de får dock inte framstå som omöjliga att ta sig igenom och en examen som onåbar. För att minska den relativa kostnaden för studenten behöver vi skapa en stödjande struktur med möjlighet att ta hjälp av lärare och studiekamrater. Vi behöver uppmuntra studenterna att ta sig an utmaningen av det som är "svårt och roligt"!

Henriksen och Jensen (2011) har presenterat tidiga resultat från den norska delundersökningen av IRIS som vände till 1314 studenter inom 'realfag' 8-10 månader in på deras studier. Svaren visar att studenterna i slutet av sitt första studieår i stort är nöjda med den samlade upplevelsen av att vara student, trivs socialt och känner att studierna passar väl med deras självbild, något som är särskilt intressant och glädjande mot den forskning som påvisar vikten av identitet och identitetsskapande. De är ganska nöjda med ämnesinnehållet i studierna, men mer kritiska till undervisningens kvalitet och menar att man som student i stort är lämnad till att klara sig själv. Mest kritiska är studenterna till den hårda arbetsbelastningen och fokuset de första åren på svåra, teoretiska kurser med svag upplevd relevans för de fortsatta studierna.

Sökande till och avhopp ifrån högre studier inom STEM

Holmegaard, Ulriksen och Madsen (2010) har genomfört en longitudinell studie där de följde 134 danska ungdomar i övergången mellan studier vid gymnasiet och vid universitetet. 38 elever blev intervjuade efter universitetsvalet, där vissa hade sökt studier inom STEM, medan andra som tidigare hade uttryckt intresse för detta område till slut valde andra studiebanor. De elever som valde en ingenjörsutbildning motiverade sina val i relation till traditionella naturvetenskapliga studier och förväntade sig 'high-tech'-utrustning och en undervisning i nära samverkan med forskning och innovationsarbete. Vidare förknippar de ingenjörsarbete med projektarbete, problemlösning och samverkan med näringslivet. Elever som uttryckte intresse för och hade goda studieresultat inom STEM, men valde andra program, menade att även om forsknings- och utvecklingsarbete inom STEM skulle vara stimulerande upplevs studieämnena som tråkiga och statiska: det gäller att räkna fram rätt svar. Inte heller utifrån perspektivet byggande av den egna identiteten ses STEM som ett attraktivt val, utan det förknippas med brist på interaktion med andra människor. Vid uppföljande intervjuer en bit in på studierna tycks det dessvärre som att de som inte valde utbildningar inom STEM hade realistiska förväntningar. Studenter som började läsa på ingenjörsprogram upplevde undervisningen som traditionell, med en stor andel ämnesuppdelade föreläsningar, och litet fokus på realistiska ämnesövergripande tillämpningar eller innovationsarbete. Den torftiga undervisningen beskrivs också som huvudorsaken till att en av studenterna valde att hoppa av under det första året.

Vid sidan av utmaningen med rekrytering till utbildningar inom STEM finns det även ett problem med att stora andelar av de studenter som väljer en utbildning inom området hoppar av innan examen. I och för sig pekar Hovdhaugen (2009) på att i många fall är det inte fråga om avhopp från systemet av högre utbildning i sig, utan att många av studenterna byter till ett annat studieprogram. Situationen är måhända mer hotfull för det enskilda studieprogrammet som tappar studenter än för individen eller studiesystemet som helhet. Icke desto mindre finns det all anledning att arbeta för att behålla en högre andel av de studenter som väljer ett visst studieprogram.

Ulriksen, Madsen och Holmegaard (2010) ger en översikt över forskning kring studentavhopp från högre utbildning, med ett särskilt fokus på STEM. Författarna pekar först ut Vincent Tintos forskning (t.ex. Tinto, 1987) som särskilt inflytelserik i fältet. Tinto (1987) menar att orsaken till studentavhopp inte främst ska analyseras utifrån den enskilda individens förmåga eller attityd, utan förespråkar ett fokus på de involverade institutionerna och, ännu viktigare, på interaktionen mellan studenterna och de institutioner där de studerar. Ulriksen et al. stöder vidare synen att det är bättre att fokusera på hur man kan ge studenterna förutsättningar att lyckas väl i sina studier än att från institutionens perspektiv fokusera på en hög retention, att så hög andel som möjligt av dem fortsätter och avslutar sina studier. Specifikt rörande studier inom STEM lyfts en undersökning av Seymour och Hewitt (1997) fram, i vilken de följde upp 335 studenter inom fältet i USA, varav vissa kom att byta till andra studieprogram medan andra inte bytte. Seymour och Hewitt fann inga skillnader mellan de två grupperna med avseende på deras förmåga, generella studiemotivation eller studierelaterade beteende. Paradoxalt nog var den avgörande faktorn att de som kom att byta studieinriktning hade en *starkare* inre motivation för studieinriktningen och studiernas karaktär än de som valde att fortsätta studierna på sin inriktning. Beslutet att hoppa av studierna växte fram mot bakgrund av en upplevelse av besvikelse över studierna, vilket utvecklades i ilska och tvivel på den egna förmågan. Seymour och Hewitt drog slutsatsen att avhopp beror mer på kulturen inom STEM-utbildningar än de enskilda avhopparnas eventuella tillkortakommanden. Liknande negativa sinnesstämningar fanns även bland de studenter som stannade kvar, och man använde liknelsen med ett isberg i sin beskrivning av problemet. Två typer av avhoppare som borde ha varit attraktiva att behålla målas fram: För det första, de särskilt intresserade och begåvade studenterna, som hade stannat kvar om undervisningen hade varit mer stimulerande. För det andra, de i och för sig kompetenta studenterna, som inte finner sig väl till rätta i en alltför tävlingsinriktad 'weed-out process' där många förväntas misslyckas med de olika studiemomenten, utan hellre hade studerat i en mer stödjande miljö. Kvinnor och etniska minoriteter återfinns särskilt i denna andra kategori. I själva verket vänds systemet att försöka "rensa bort" de svagare studenterna mot sig självt, eftersom de verkligt talangfulla stöts bort, medan djupinläring och samarbete mellan studenter inte uppmuntras i konkurrensen. Likt Schreiner et al. (2010) ovan anammar Ulriksen et al. perspektivet att utbildningar inom STEM behöver vara mer lyhörda för studenternas identitetsutveckling i den sociala miljö som studierna för med sig.

Mot bakgrund av en oro för höga andelar avhoppande studenter har Andersson och Linder (2008, 2009) undersökt bevekelsegrunder för studieval bland sökande till civilingenjörsprogrammet i teknisk fysik vid Uppsala Universitet och hur de relaterar till studieresultat det första studieåret. De utgår, liksom Bøe, et al. (2011) ovan, från att den enskilda studentens självbild är av stor vikt för studieval. 67 studentsvar på en enkät given i början av studierna visar övergripande att många av studenterna har attraherats av det prestigefyllda programmets image och att fortsätta läsa fysik som ämne. Vid en närmare analys av enkätsvaren kunde Andersson och Linder se olika huvudtyper av studenter:

- 37 av de 67 svarande kan beskrivas som ”the programme student”. Dessa studenter är motiverade av att studera vid ett bra utbildningsprogram och har goda erfarenheter av fysik som ämne. De räknar med att utbildningen kommer att leda till goda karriärmöjligheter, men har ingen tydlig bild av vad de skulle kunna komma att arbeta med.
- 12 av studenterna hör istället till kategorin ”engineer to be”. Ingenjörstuderingen ses här som en språngbräda till ett framtida yrke inom teknik, i förekommande fall inom specifika forskningsfält. En student kommenterar: *”I think the programme will help me get the job I want, as an engineer somewhere. Maybe Norway”* (Andersson & Linder, 2008).
- 11 av svaren gavs av studenter av typen ”cosmic explorer”, vilka drivs främst av en nyfikenhet inför fysik och en vilja att i grunden förstå hur universum är beskaffat. De emotsåg en framtid som forskare i ämnet.
- Slutligen beskrivs 7 av studenterna som ”convenience students”, vilka har börjat studera mot en bakgrund av konvention och att de upplever matematik och fysik som enkla ämnen, samt inte har tydliga mål för framtiden.

När Andersson och Linder sedan följde upp hur väl studenter av de olika typerna lyckades under det första studieåret i termer av tagna kurspoäng och avhopp framstod intressanta samband. Inte oväntat visade ”convenience students” svaga studieresultat. Mer förvånande är kanske att den mest framgångsrika gruppen är den största gruppen, ”programme students”. Andersson och Linder menar att dessa studenter, som i stort är tillfreds med tillvaron som ingenjörstudenter, nöjer sig med korta mål som att klara tentamina och fullgöra kurser, så att de kan fortsätta vara studenter. Deras starka identifiering med rollen som student är med andra ord förknippad med studieframgång. Studenter i kategorierna ”engineer to be” och ”cosmic explorer” borde vara angelägna att behålla på programmet, med tanke på deras klara ambitioner att bli framtidens ingenjörer och forskare. Det är mot denna bakgrund tragiskt och lite märkligt att dessa kategorier av studenter inte lyckas särskilt väl i sina studier; till exempel tog färre än hälften av ”engineers to be” tillräckligt många poäng för att kategoriseras som framgångsrika och flera hoppade av under det första året. Andersson och Linder förklarar deras lägre studieframgångar med att de motiveras av mer långsiktiga mål, vilka utbildningen – med sin betoning på grundläggande kurser i matematik, datavetenskap och mekanik under det första året – har svårt att tillfredställa.

Typer av rekryteringsinitiativ till ingenjörstuderingar

Man kan tänka sig många typer av initiativ för att öka antalet personer som studerar vid ingenjörstuderingar och tar ut examen. Initiativen skiljer sig i skala och art på många olika sätt, grad av koppling till rekrytering i sig, men också rörande i vilken utsträckning tekniska högskolor kan involveras i och påverka dem. Nedan diskuteras ett antal olika typer av initiativ, med särskilt fokus på vad tekniska högskolor kan bidra till.

Myndighetsinitiativ och institutioner

Gemensamt mellan de nordiska länderna är att breda initiativ har tagits från myndigheter, ofta på regeringsnivån, för att öka kunskaper och stärka intresset bland elever för STEM. NOT-projektet i Sverige och LUMA-projektet i Finland löpte fram till början av 2000-talet och Teknikdelegationen i Sverige avslutades 2010. I Norge och Danmark har man satsat på att ta fram breda strategier för att stärka utbildningen inom STEM. I alla länder har det mynnat ut i uppstarten av olika typer av resurscentra, inte minst för att säkra kontinuiteten i initiativ som tagits inom ramen för tidsbegränsade projekt.

NOT-projektet startade 1993 på regeringsuppdrag i Sverige, med syfte att initiera åtgärder i skola och högskola för att öka ungdomars intresse för naturvetenskap och teknik och utbildning i dessa områden, samt stimulera till ”innovativt tänkande” rörande didaktik och metodik i undervisningen av ämnena. Projektet löpte i två femårsperioder fram till 2003. En viktig typ av aktivitet var samarrangemang av konferenser för lärare och andra utbildare i samarbete med då nyligen uppstartade resurscentra i de berörda ämnena. Detta sågs som en väg att föra ut forskningsresultat till lärarna och låta dem utbyta erfarenheter kring undervisningsmetoder, så att de kunde påverka elevernas förhållande till ämnena. I sin utvärdering av den första fasen av NOT var Sjöberg (1999) positiv till projektet och stödde en fortsättning, vilket även kom att ske, men pekade också på behovet för fortlevnad av de tagna initiativen även efter att projektet avslutats. Han pekade här på den viktiga roll som resurscentra spelar för kontinuiteten, t.ex. vid lärarfortbildning. Under den andra fasen arrangerades NO-biennaler i samverkan med resurscentra i fysik (www2.fysik.org), kemi (www.krc.su.se), respektive biologi (www.bioresurs.uu.se), och CETIS-konferenser tillsammans med det nationella resurscentret i teknik (www.liu.se/cetis) (Gisselberg, Ottander, & Hanberger, 2003). Teknikdelegationen bedrevs på regeringsuppdrag i Sverige 2008-2010 med syfte att kartlägga framtida behov för arbetskraft inom matematik, naturvetenskap och teknik, samt att arbeta för ökat intresse för områdena bland barn och ungdomar (www.teknikdelegationen.nu). Ledamöterna i Teknikdelegationen representerade bland annat näringslivet, högskolor och intresseorganisationer och den spelade en viktig roll som pådrivare i den pågående genomgripande förändringen av det svenska utbildningsväsendet, med förändring av skollag och läroplaner i förskola, grundskola, gymnasium och lärarutbildningen. Vi berör framöver i rapporten några av de enskilda initiativ som gjordes och rapporter som togs fram inom ramen för Teknikdelegationen. FontD, 'Forskarskolan i naturvetenskapernas, teknikens, och matematikens didaktik', (www.isv.liu.se/fontd?l=sv), är ett samarbete mellan 13 lärosäten som initierades 2002 med syfte att stärka den svenska didaktiska forskningen i ämnena. I satsningen Lärarlyftet har regeringen sedan starten 2008 investerat i fortbildning av lärare för att höja andelen av dem med ämnesbehörighet samt i forskarutbildning till licentiatnivå för aktiva lärare. En stor del av medlen till Lärarlyftet har gått till forskarutbildning i matematikdidaktik och inom ramen för FontD startades en licentiatforskar-skola 2008 med en uppföljare 2012 med inriktning mot just naturvetenskapernas, teknikens, och matematikens didaktik.

LUMA-programmet bedrevs under perioden 1996-2002 i Finland på uppdrag av det dåvarande Undervisningsministeriet. Syftet var att öka kunskapsnivån inom matematik och naturvetenskap och konkreta mål sattes upp för ökad rekrytering till utbildningar i området i skolan och högskolan, inklusive lärare. Man satsade uttalat på att nå de aktiva lärarna genom etablering av nätverk där koordinering med de enskilda kommunerna spelade en viktig roll. I sin utvärdering av LUMA pekar Allen, Black och Wallin (2002) på att många lärare upplevde att LUMA hade en stor påverkan på deras dagliga arbete och att de där fick hjälp att starta samverkansprojekt med andra lärare, skolor och högskolor, men att alla lärare inte kände sig lika involverade, till en del på grund av upplevd tidsbrist. Intressant nog, så här i efterhand, ger Allen, Black och Wallin (2002) följande bakgrund: ”The general objective of the LUMA programme has been to raise the level of mathematical and scientific knowledge and expertise in Finland to an international level” (s. 1). Med andra ord upplevde man på 1990-talet att Finland låg efter den generella internationella nivån och vi kan konstatera att programmets syfte uppfyllts med råge, givet Finlands goda resultat i internationella kunskapsjämförelser. I vilken grad LUMA bidrog till förbättringen är naturligt svårt att urskilja, men Lavonen och Laaksonen (2009) pekar på att LUMA spelade en viktig roll i att etablera en mer systematisk

lärarfortbildning i Finland. Initiativen inom LUMA har fortlevt genom grundandet av LUMA-centret i Helsingfors (www.helsinki.fi/luma/svenska) 2003, ett nationellt resurscentrum med syfte att stödja undervisning och lärande inom naturvetenskap, matematik och teknik, och lärarfortbildning som central verksamhet. Ytterligare regionala LUMA-centra har sedan startats, liksom det finlandssvenska 'Resurscenter för matematik, naturvetenskap och teknik i skolan' (www.skolresurs.fi).

I Norge har man sedan 2002 satsat brett på att ta fram en sekvens av strategier på 4-6 års sikt för att stärka undervisningen i naturvetenskap och teknik och öka rekryteringen till utbildningar och arbetslivet i områdena. Den första strategin, *Realfag, naturligvis* rörde perioden 2002-2007 och ledde bland annat till etableringen av Naturfagsenteret (www.naturfagsenteret.no) 2003 som resurscentrum med nationellt ansvar för att stödja skolundervisningen i 'naturfag'. 2002 startade även det parallella Matematikksenteret (www.matematikkssenteret.no). En utvärdering av 'Realfag, naturligvis' pekade på behovet att i följande strategier sätta upp tydliga, genomförbara och mätbara mål, samt att stärka lärarnas ämneskompetens och didaktiska kompetens i ämnena, vilket styrde framtagandet av den andra strategin, *Et felles løft for realfagene*, för perioden 2006-2009, och den nu gällande strategin *Realfag for framtida*, rörande 2010-2014 (Kunnskapsdepartementet, 2010). Realfag for framtida har tagits fram av 'Nasjonalt forum for realfag', ett rådgivande organ för Kunnskapsdepartementet med bred representation från bland annat utbildningsmyndigheter, högskolor och näringsliv. I strategin sätts konkreta mål upp för kunskapsnivåer och rekrytering, såsom att antalet kandidater inom 'realfag' och teknik ska öka med minst 15 % under perioden. Vid diskussionen av hur detta ska uppnås lyfts resultaten från Vilje-con-valg fram, att studenterna söker till det som de ser nytta och mening med och behöver personliga förebilder inför val av studier och framtida yrkesbana. Man lyfter fram och satsar vidare på verksamheten vid RENATEsenteret (renatesenteret.no), ett centrum med nationellt ansvar för rekrytering till utbildning i 'realfag' som grundades 1998, stärktes med ett förnyat mandat 2007 och idag spelar en viktig roll i koordineringen av rekryteringsinsatser. Vi återkommer nedan till enskilda initiativ där RENATEsenteret är involverat. Vidare satsar man specifikt på att höja ämneskompetensen i matematik och 'realfag' bland lärare i årskurser 1-7, dels genom en ny lärarutbildning med större möjlighet till ämnesfördjupning och dels genom kompetenshöjning i form av fortbildning av aktiva lärare inom ämnena och deras didaktik. Mycket glädjande kunde kunnskapsminister Kristin Halvorsen i april 2012 meddela att antalet sökande till högre utbildning till ingenjör, lärare och förskolelärare ökar mest av alla utbildningar, vilket sätts i samband just med de aktiviteter som har gjorts för att stärka intresset för dessa typer av studier (Kunnskapsdepartementet, 2012).

I Danmark togs ett förslag till en nationell strategi för 'natur, teknik og sundhet' fram under namnet *Et fælles løft*, där man pekade på behovet att öka relevansen och kvaliteten i utbildningen i berörda ämnen i hela utbildningssystemet, öka intresset för ämnena och rekryteringen till studier inom dem (Arbejdsgruppen, 2008). Ett konkret resultat av strategiförslaget var grundandet 2009 av NTS-centeret (<http://nts-centeret.dk/>), ett nationellt resurscentrum för just 'natur, teknik og sundhet', med syfte att stärka intresset för, rekrytering till och kvalitén i utbildningen i ämnena i det danska utbildningssystemet.

Skolundervisning

En typ av målsättning är att på bred front stärka elevers kunskaper i naturvetenskap och teknik genom hela skolsystemet, så att fler av dem utvecklar goda förutsättningar att läsa vid en ingenjörsutbildning. Som vi har sett spelar skolan också en viktig roll utöver att bidra till

ämneskunskaper när det gäller att påverka ungdomarnas attityder till ämnena, såsom deras intresse för dem, tillit till den egna förmågan och tänkbara karriärval.

Den direkta påverkan från tekniska högskolor på reguljär skolundervisning är möjligen begränsad. En kanal är involvering vid läroplansrevideringar, där man kan agera remissinstans eller påtryckare via media. Vissa former av skolsamverkan kan också närma sig den ordinarie undervisningen. Till exempel samarbetar KTH och Stockholms Universitet kring Vetenskapens Hus i Stockholm (www.vetenskapenshus.se), där man erbjuder laborationer, föreläsningar, etc., för skolklasser vid grundskola och gymnasium. Verksamheten ger också eleverna möjlighet att bekanta sig med högskolemiljön och träffa forskare och studenter. Sådana lösningar för dock med sig risken att skolor håller tillbaka egna investeringar, till exempel i laborationsutrustning, och högskolorna behöver noga tänka igenom sin roll i sådana samarbeten. En annan väg är att erbjuda särskilt starka gymnasie studenter att läsa kurser på högskolan, t.ex. inom matematik vilket i Sverige har kunnat tillgodoräknas i form av fördjupade ämneskurser på gymnasiet.

Ett mer indirekt sätt för högskolor och universitet generellt att påverka skolundervisningen är att gå via lärarna, t.ex. genom lärarutbildning, fortbildning av lärare, framtagande av undervisningsmaterial och hela undervisningssekvenser, resurscentra, konferenser för lärare, etc.

Skolsamverkan

Om vi breddar perspektivet utöver den reguljära skolundervisningen finns det stora möjligheter för tekniska högskolor att nå skolelever genom skolsamverkan i olika former. Vid tidigare gjorda kartläggningar av rekryteringsinitiativ har man fört fram ett stort antal 'science centers', föreningar, tävlingar, sommarkurser, etc., som exempel på skolsamverkan på nationell eller mer lokal basis, ofta med involvering från högskolor och näringsliv. I en svensk kontext gav Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA, 2003) 59 olika exempel på projekt för att stimulera barns och ungdomars intresse för N&T. En liknande kartläggning av sådana intresseskapande initiativ i Sverige gjordes även inom ramen för Teknikdelegationen (2009b). Utöver detta svenska perspektiv kartlade man inom Teknikdelegationen (2009a) också nationella strategier och rekryteringsinitiativ i några andra länder: Danmark, Norge, Nederländerna, Tyskland, Storbritannien och Nya Zeeland. Inom Vilje-con-valg har man lyft fram 'success stories' rörande rekryteringsaktiviteter i Norge (Jensen, Sjaastad, & Henriksen, 2011), där man inte bara fokuserat på vad som fungerar men också analyserat varför det är så. Vi kommer nedan att återkomma till deras analys av matematikfadder verksamhet och aktiviteter riktade mot flickor i Norge. Inom IRIS har man gjort en delvis överlappande internationell kartläggning av initiativ, inklusive fördjupade analyser av utfallen av utvalda fall (Jensen & Henriksen, 2010).

Informationskampanjer

Även om vi ovan har argumenterat för att informationskampanjer som ställer till rätta eventuella missförståenden om tekniska studier och ingenjörssyrket inte bör vara den huvudsakliga strategin för rekryteringsarbete, behöver tekniska högskolor naturligtvis vara aktiva när det gäller att föra ut information om utbildningarna de erbjuder till tänkbara studenter på den alltmer konkurrensutsatta utbildningsmarknaden. Som relaterat ovan fann Schreiner et al. (2010) att studenter i Norge huvudsakligen har använt sig av de enskilda universitetens och högskolornas egna hemsidor på Internet som underlag för studieval. De menar att mera övergripande kampanjer ofta är väl genomtänkta och professionellt framtagna, men att de tyvärr inte når studenterna i tillräcklig utsträckning.

Som exempel ligger RENATEsenteret bakom <http://www.velgriktig.no>, en av dessa nationella kampanjsidor i Norge. Här har tilltänkta studenter, föräldrar, lärare och studievägledare möjlighet att få mer insyn i bredden av yrken som en högre utbildning inom STEM kan förbereda för genom 'CV-testen' och 'ALFA rollemodellbyrå', som vi återkommer till nedan. Kampanjens namn avslöjar andemeningen att ungdomarna ska ges förutsättningar att göra informerade och välgrundade studieval, inte nödvändigtvis att alla ska välja en utbildning inom STEM till varje pris. Detta är i grunden sympatiskt.

I Sverige drev Teknikdelegationen kampanjen 'Den breda linjen' i samarbete med kommunikations- och marknadsföringsbyråer under 2009-2010 med syfte att inspirera fler ungdomar till att välja det naturvetenskapliga programmet (NV) på gymnasiet, med fokus på större kommuner. De kvalitativa målen var att de sökande ska veta att utbildningen är bredast, i bemärkelsen att den öppnar för flest studieval, och känna att den inte är "nördig", medan det kvantitativa målet var att öka antalet sökande med 10 % (utan att kannibalisera på sökande till det tekniska programmet). Kampanjen var bred även i bemärkelsen att man arbetade genom många kanaler: Internet, TV-reklam, reklamskyltar i städerna, särskilda biovisningar, framtagande av en logotyp, representation vid mässor, etc. Genom webbenkäter till målgruppen elever i klass 9 under kampanjen konstaterades att 9 av 10 hade exponerats för någon del av kampanjen och en ökande andel av dem angav att NV ger bäst valmöjligheter. Vidare konstaterades en kvantitativ effekt i att 10 % fler elever sökte NV-programmet jämfört med föregående år i nio undersökta kommuner, mot en ökning med mindre än 1 % till det samhällsvetenskapliga programmet. Slutsatsen drogs att "sammantaget finns det fog för att säga att kampanjen 'Den breda linjen' har haft effekt" (Teknikdelegationen, 2010, s. 27). Man skulle kunna höja ett varningens finger för att andra faktorer kan ha spelat in på söktrycket, som konjunktur och allmänna trender i tiden, men icke desto mindre är detta ett exempel på att en professionell och påkostad kampanj kan ge betydande genomslag.

Näringslivssamverkan

Ett allmänt intryck är att åtskillnaden mellan näringsliv och det allmänna av tradition är tydligare i Norden än i andra länder i västvärlden. Känslan av att den skattefinansierade välfärdsstaten ska ge lika förutsättningar för alla har varit stark och välgörenhet eller 'Corporate Social Responsibility' (CSR) har inte fått samma starka ställning som till exempel i USA. I skolsammanhang har utvecklingen länge rört sig mot alltmer sammanhållna enhetsskolor högt upp i åldrarna, som vi såg ovan rörande Finland. I Sverige bröts dock denna utveckling under 1990-talet i samband med decentralisering och införandet av kommunalt finansierade friskolor i privat regi, med syfte att öka valfriheten för eleverna. Under samma tid fördes även en debatt i media om sponsrade läromedel, där företag erbjöd litteratur man hade tagit fram själva till de ekonomiskt trängda skolorna. Skulle informationen som delges eleverna i skolan tillåtas vara vinklad av näringslivet, eller skulle den vara absolut neutral? Även om det finns en tradition av samverkan med lokal företagsamhet, till exempel i form av praktikplatser för elever på företag, industrigymnasier som drivs av den lokala industrin, studiebesök, etc., hålls näringslivet dock ännu lite på armlängds avstånd.

Tengelin (2009) analyserade i sitt examensarbete vad Volvo kan göra för att stärka intresse för STEM bland barn och ungdomar och i längden rekryteringen av ingenjörer. Han rekommenderar koordinerade insatser av skolsamverkan tillsammans med andra företag för att kunna lära sig av tidigare initiativ och ha resurser till effektuppföljningar och utvärderingar. Tengelin menar att det i stort är upp till företagen själva att verka för sin framtida rekrytering, eftersom skolorna – åtminstone i Sverige – ser som sitt främsta uppdrag

att fostra ansvarstagande samhällsmedborgare, inte att ta fram framtidens arbetskraft. Som nämnt har Teknikdelegationen (2009a) kartlagt rekryteringsinitiativ även i andra länder utanför Norden och här finns exempel på mer systematiska initiativ som har tagits av näringslivet för att stödja skolan. Till exempel initierades Wissensfabrik (www.wissensfabrik-deutschland.de) 2005 i Tyskland av åtta koncernchefer i några av Tysklands största företag, som oroade sig för det låga intresset för STEM bland barn och ungdomar, och idag är över 90 företag involverade i verksamheten. Lokala utvecklings- och fortbildningsprojekt startas upp för att stödja lärare i för- och grundskola med material och kompetens inom naturvetenskap och teknik, där de involverade företagen bidrar med specialisthjälp och finansiering. Jet-Net (www.jet-net.nl/english) är ett parallellt initiativ i Nederländerna som involverar 70 företag och en tredjedel av landets högskoleförberedande skolor, där man samarbetar kring lokala projekt, karriärdagar, etc.

På uppdrag av Teknikdelegationen genomförde Eliasson Hovmöller en intervjustudie rörande samverkan mellan skolor och näringsliv i Sverige (Teknikdelegationen, 2009c). En övergripande faktor för framgångsrika projekt är god samverkan mellan de involverade parterna, typiskt skolorna, kommunen, företagen och samordnare. Projekten behöver vara förankrade inom kommunen så att det ses som en del av det reguljära skolarbetet och i linje med läroplaner. Det behövs vidare någon typ av samordnare eller koordinator som alla parter kan vända sig till. Anders Jidesjö intervjuas i studien som representant för skolforskning och han lyfter fram Storbritannien, Australien och Nya Zeeland som länder där man har lyckats föra in samverkan mellan skola och yrkesliv i skolans styrdokument och skapa mötesplatser mellan forskare, lärare och näringsliv på ett bra sätt. I detta sammanhang är rollen som koordinator attraktiv för de tekniska högskolorna, då de kan utnyttja sina ofta breda regionala kontaktnät som inkluderar skolor och näringsliv. De har vidare ett intresse för och kan sätta av tid och resurser till långsiktigt rekryteringsarbete och 'den tredje uppgiften': att sprida kunskaper till det övriga samhället.

Ett intressant initiativ för högskolekoordinerad samverkan mellan skolor och näringsliv är 'ALFA rollemodellbyrå' (www.rollemodell.no), som bedrivs av RENATEsenteret. Här ges skolor möjlighet att få kontakt med studenter och yrkesaktiva representanter från företag och organisationer med bakgrund inom STEM som kan komma ut till skolorna och tala om sina erfarenheter. Som vi har sett finns det ett stort behov bland elever att få personlig kontakt med potentiella förebilder, konkreta exempel på vad olika utbildningar kan leda till och få insyn i praktiska tillämpningar i samhälle och yrkesliv för de mer teoretiska studierna. Initiativ som ALFA kan bidra till detta.

Arbetet med skolsamverkan vid Karlstad Universitet kan också nämnas som ett framgångsrikt exempel där universitetet har en viktig koordinerande roll för samverkan mellan skolor och näringsliv i regionen. Karlstad ligger i Värmland, ett skogslän där många elever inte har haft närmare kontakter med en akademisk tradition, och man ställs inför särskilda utmaningar rörande rekrytering. Sedan 2004 bedriver man ett samarbete med Ljungbergsfonden (www.ljungbergsfonden.se), en stiftelse med kopplingar till skogsföretaget Stora Enso, på det sättet att skolor får ansöka om medel till utvecklingsprojekt, med möjlighet att dra nytta av ett kluster av regionala företag. Jan Håkanson, administrativ chef vid Fakulteten för Teknik- och Naturvetenskap säger att man satsar brett rörande aktiviteter för alla åldrar i skolsystemet, men har satt upp mål för rekrytering till gymnasieutbildning i regionen och utbildningsprogram vid KaU inom STEM. Under perioden 2006-2011 har antalet studenter som läser naturvetenskapliga och tekniska utbildningar vid KaU ökat med 99 % och även antalet elever som läser motsvarande program på gymnasienivå i Karlstad har ökat under

perioden (KaU, 2012). Som vi har sett ovan är det svårt att hänföra sådana förändringar till gjorda initiativ, men huvudintrycket är att det regionala näringslivssamarbetet har varit lyckat. Håkanson menar att man i sin skolsamverkan strävar efter att barnen och ungdomarna ska få träffa studenter, forskare och företagsrepresentanter, inte bara i deras yrkesroll, utan få lära känna människan bakom, ett annat exempel på vikten av personliga förebilder. Genom att gå via universitetet uppmuntras anställda för företag som besöker skolor att representera hela branschen och yrket, och inte bara den enskilda arbetsgivaren. Håkanson pekar även på vikten av långsiktighet och att man typiskt startar i liten skala, kanske på en skola, för att senare kunna skala upp när andra rektorer och lärare får höra om projekt som har fallit väl ut.

Flickor och teknik

Andelen kvinnor på de flesta utbildningar vid tekniska högskolor är av hävd låg, även om undantag finns, t.ex. vid inriktning mot kemi- eller bioteknik. Studier av attityder till STEM och initiativ för ökad rekrytering till utbildningar inom området har därför ofta antagit ett tydligt genusperspektiv. Varför söker så få flickor/kvinnor utbildningar inom STEM? Hur kan vi göra för att öka antalet sökande?

Ur ett feministiskt perspektiv kan man tänka sig två principiellt skilda synsätt: särartsfeminism eller likhetsfeminism (Björk, 1996). Man kan dels betona de unga kvinnornas särskilda förutsättningar visavi de unga männen, och kräva speciella anpassningar för de i samhället missgynnade kvinnorna. Alternativt kan man se alla människor som individer och sträva efter att ge alla lika möjligheter, där ens kön blir en underordnad faktor. Naturligtvis kan man sedan tänka sig ett antal positioner mellan dessa motpoler i praktiken, men man bör vara medveten om att det är fråga om starkt politiska och strategiska frågor. Det finns ett uppenbart problem i att unga kvinnor har bristande självförtroende och känner sig bortstötta från tekniska utbildningar, men ska vi vända oss till dem först och främst som människor eller särskilt utvalda i egenskap av att vara kvinnor? Ottemos (2009) synpunkt att rekryteringsarbete vid de tekniska högskolorna bör botten i utvecklingsarbete i stort blir här särskilt intressant. Om vi lyckas utveckla tekniska utbildningar som är attraktiva för de kräsna kvinnorna, i termer av att betona social förmåga, ämnesövergripande tillämpningar med relevans för hälsa, miljö och samhälle, etc., borde detta inte också intressera de unga männen?

Oavsett om man betonar kvinnors unika förutsättningar eller strävar efter lika förutsättningar för män och kvinnor finns det goda skäl att lägga extra och aktivt fokus på gruppen kvinnliga presumtiva studenter, särskilt sådana med goda tidigare studieresultat, men ofta med svag tilltro till den egna förmågan. De är attraktiva på de tekniska högskolorna för att balansera könsfördelningen, men också för att de har goda chanser att bli framgångsrika i sina studier. Som exempel har man vid NTNU i Trondheim i många år drivit Jentedagen (www.ntnu.no/jentedag) där flickor som har sökt till civilingenjörsprogram med låg andel kvinnliga studenter får träffa varandra och bekanta sig närmare med lärosätet. Sedan 2010 har Jentedagen istället vänt sig till sistaårselever på 'videregående skolor' före det att de har gjort sina studieval. På hemsidan ger man följande inspirerande exempel på en deltagares upplevelser:

Nå har jeg vært to dager i Trondheim. Digget turen, digget oppholdet, digger folkene, digget NTNU. Digget egentlig alt! Og har bestemt meg for hvor jeg skal søke. Det blir helt klart sivilingeniør på NTNU.

I en utvärdering inom ramen för Vilje-con-valg av den tidigare varianten av Jentedagen, som genomfördes då deltagarna redan hade börjat på studierna, menade hela 47 % av de kvinnliga studenterna som kände till Jentedagen att de hade inspirerats av evenemanget, en avsevärt

högre siffra än för andra initiativ vid NTNU (Jensen, et al., 2011). Detta passar väl in i mönstret att de unga kvinnorna är i särskilt behov av personlig kontakt, förebilder och uppmuntran att de kommer passa för och klara av studierna.

Matematikmentorer och läxhjälp

I april 2005 åkte sju civilingenjörsstudenter från Chalmers till Angeredsgymnasiet i en invandrartät del av Göteborg, med föresatsen att faktiskt göra något åt de larmrapporter de hade mötts av i media om svaga kunskaper och lågt intresse för matematik bland ungdomar i Sverige och det akuta hotet att lägga ner NV-programmet på den aktuella skolan. De erbjöd sig att vara matematikmentorer för skolans elever. Detta var starten på vad som skulle komma att utvecklas till Intize, där huvudverksamheten just är att högskolestudenter agerar matematikmentorer för grupper av gymnasieelever (<http://intize.org/>). Från att i början ha haft ett tydligt fokus på missgynnade grupper har verksamheten breddats så att man nu också vänder sig till starka elever och aktivt eftersträvar mångfald. Idén är inte att ge läxhjälp eller specialundervisning för särskilt svaga elever, utan snarare att vara ett komplement till skolundervisningen, att koppla matematiken till logiskt tänkande och förmåga att analysera genom stimulerande problemlösning, samt att inspirera till ökat intresse. En mentor och fyra elever samlas på Chalmers en gång i veckan, vilket ger eleverna en möjlighet att bekanta sig med miljön. De små grupperna gör att mentorn kan ta sig tid med de olika deltagarna och deras frågor på ett sätt som deras lärare i skolan sällan ges möjlighet till. Mentorn spelar också rollen av en förebild, någon som deltagarna förhoppningsvis kan identifiera sig med. Verksamheten har sedan dess vuxit i skala i Sverige, t.ex. genom startandet av systerföreningen aHead i Linköping (<http://www.aheadcoaching.se/>) och internationellt, bland annat i Norge inom ramen för ENT3R (<http://www.ent3r.no/>) och i Sydostasien.

Medan utvecklingen i Sverige huvudsakligen har skett underifrån som ett ideellt studentinitiativ har man i Norge gått mer strukturerat till väga genom att koordinera verksamheten inom ENT3R via RENATEsenteret och ge studenterna som agerar mentorer en viss ersättning. Som nämnt gjorde man fördjupade studier av några rekryteringsinitiativ i Norge inom ramen för Vilje-con-valg, med syfte att identifiera 'success stories' och orsakerna bakom deras framgångar (Jensen, et al., 2011). Metoden som användes var diskussioner i fokusgrupper med deltagare från de olika initiativen. Verksamheten med matematikmentorer inom ENT3R (inklusive TENK vid UiO och SEIRE vid NTNU som lokala föregångare) framstår i undersökningen just som en veritabel framgångssaga. Vid diskussionerna säger deltagare att de har fått ökat intresse och motivation för matematik och 'realfag' i stort, till en del beroende på att de känner att de har blivit bättre på ämnet. Särskilt rörande är att se att flera av dem har fått bättre självförtroende och tålamod vid problemlösning. En flicka säger:

Mer selvtillitt rundt faget. Man tror mer på seg selv. «Nei, jeg kan dette her, jeg må bare bruke ... sette av litt tid på å tenke.» Før var det sånn «nei, jeg har ikke tid til dette, hjernen sa automatisk stopp», men nå er det mer sånn «nei, du skal ikke gi opp, prøv å tenke litt mer rundt det» (Jensen, et al., 2011, s. 61).

Deltagarna upplever att mentorerna, som i Norge typiskt jobbar två och två med ca femton elever, har mer tid för att förklara och hjälpa dem än vad deras lärare har i skolan. Det är vidare spännande att få insyn i högskolelivet och de sätter pris på den sociala lättsamma stämningen på samlingarna. Överhuvudtaget betonar de vikten av mentorernas personliga egenskaper, såsom att vara positiva och uppmuntrande, något som blir extra tydligt rörande den minoritet av mentorerna som inte upplevdes som lika bra. Många upplever att deras tidigare bild av studenten inom 'realfag' som nördig har förändrats. Särskilt glädjande är att många uttrycker att de har tänkt om när det gäller framtida studieval och tänker sig nu en framtid inom 'realfag'. En annan komponent i ENT3R är företagskvällar, där anställda i olika

företag presenterar hur matematik kan användas i deras verksamhet. Detta har uppskattats och en deltagare kommenterar:

Jeg føler at omtrent alt jeg vet om jobbmuligheter kommer fra bedriftskveldene, jeg vil si at mange av de realfagsjobbene, de ække akkurat verdensmestere til å gjøre seg synlig (Jensen, et al., 2011, s. 61).

I sin diskussion av framgångsfaktorer bakom rekryteringsinitiativ menar Jensen et al. (2011) att man behöver satsa under en längre tid för att få effekt. Att kontinuerligt möta mentorerna och de andra deltagarna i mentorsgrupperna en gång i veckan ger en större möjlighet för påverkan av deltagarna genom ENT3R än vid enstaka punktinsatser. I en tidigare utvärdering av TENK och SEIRE pekar Haugsbakken och Buland (2009) på vikten av kontinuitet och uthållighet i en annan bemerkelse, nämligen att hålla fast vid och gradvis utveckla projekten från år till år. Inom SEIRE provade man till exempel att samla mentorsgrupper både ute på elevernas skolor och vid NTNU, men fann efter hand att det inte fungerade så bra och gav få deltagare att låta mentorerna åka ut till skolorna. Följaktligen gick man bara vidare med mentorsgrupper samlade vid universitetet och med tydligare fokus på lämpliga målgrupper, vilket gav resultat i form av ökat antal deltagare. Även Jensen et al. för fram att mentorerna spelar rollen av goda förebilder. Det personliga mötet med dem gör att eleverna kan se sig själva i rollen som framtida 'realister'. Jensen et al. (2011) diskuterar ENT3R mot bakgrund av Eccles 'expectancy-value theory' (Eccles & Wigfield, 2002) som presenterades ovan. Även om inte ENT3R ursprungligen hade det primära syftet att stärka rekrytering till utbildning inom STEM passar initiativet närmast som handen i handsken. När det gäller förväntningar om framgång i eventuella studier inom STEM stärks deltagarna inom ENT3R dels genom stärkt självförtroende, men även i förekommande fall konkret genom att de faktiskt har blivit bättre på ämnena, vilket har lett till högre betyg. De har vidare som nämnt blivit mer intresserade för matematik, vilket också är kopplat till att de känner sig duktigare. Deltagarna har kommit att se en tydligare direkt nytta av ämnet, inte minst genom företagskvällarna. Deras föreställning om sin egen framtida identitet har i många fall påverkats i mötet med mentorerna. Slutligen har den tillåtande och uppmuntrande miljön i mentorsgrupperna möjligen bidragit till att minska de upplevda kostnaderna i termer av rädsla att misslyckas som tidigare förknippats med matematik. Jensen et al. (2011, s. 74) drar den rimliga slutsatsen att:

ENT3R fremstår på mange måter som et vellykket tiltak, og beskrivelsen deltakerne gir av prosjektet likner til forveksling på hvordan man kunne forvente at god realfagsundervisning og gode lærere ville blitt beskrevet.

Om man vill anlägga ett mer kritiskt perspektiv kan man fråga sig varför mentorsverksamheten faller så väl ut i jämförelse med den ordinarie skolundervisningen. Vi måste påminna oss om de "lyxiga" förutsättningarna med små grupper av frivilliga deltagare, men det lyfter även fram de svåra förutsättningarna våra lärare har ute på skolorna, med alltför stora grupper och pressade budgetar och scheman, så att de ofta inte kan ta sig tid att hjälpa den enskilda eleven och anpassa stödet efter hans eller hennes behov. Man kan också se det mot bakgrund av bristande ämnesfokus i lärarutbildningen i Norge och Sverige – till exempel jämfört med situationen i Finland (Lavonen & Laaksonen, 2009). Det kan helt enkelt vara så att ingenjörstudenter, med sitt fördjupade ämnesfokus inom STEM, har bättre förutsättningar att lära ut matematik och dess tillämpningar, än vad de aktiva lärarna har. Det är ett tecken på att vi skulle behöva satsa mer på ämneskunskaper och att föra ut landvinningar från den ämnesdidaktiska forskningen i lärarkåren och vid lärarutbildningarna i Norge och Sverige.

Vid sidan av verksamheten med matematikmentorer som ett mer intresseväckande komplement till undervisningen finns även mer traditionell läxhjälp, företrädesvis riktad till svagare elever. Till exempel löpte 'Projekt leksehjelp' 2006-2008 i Norge med en uttrycklig ambition att motverka social ojämlikhet i skolan och allmänt höja kunskapsnivån bland deltagarna. Utformningen varierade i olika delprojekt, där vissa var skolbaserade och ledda av lärare och assistenter, medan andra till exempel bedrevs av frivilligorganisationer, med inslag av föräldrar, pensionärer och andra intresserade. I en utvärdering av 'Projekt leksehjelp' (inklusive TENK och Seire, de studentledda föregångarna till ENT3R) fann Haugsbakken och Buland (2009) att majoriteten av de lokala projektledarna anser att läxhjälpen har potential att nå sina mål att motverka social ojämlikhet och stärka kunskaper. Detta låter sig dock inte göras av sig självt. Att nå socialt missgynnade grupper är utmanande, särskilt bland äldre elever, och kräver målinriktade insatser. För att lyckas med detta behöver man "avstigmatisera" läxhjälpen, så att den inte framstår som specialundervisning, och ha en stark kontakt med elevernas föräldrar. Även om läxhjälpen bidrar till det centrala målet att öka kunskaperna bland svagare elever – tänk bara på exemplet Finland där gruppen riktigt svaga elever är mycket mindre än i våra andra nordiska länder – frågar man sig dock hur stor del av eleverna i målgruppen som i framtiden kan tänka sig att studera vid en teknisk högskola. Verksamheten rör sannolikt istället främst det första ledet i "science for all or science for some" (Jidesjö, et al., 2009).

Utvecklingsarbete vid högskolorna

Det område där tekniska högskolor har störst möjlighet att påverka nuvarande och presumtiva studenters syn på verksamheten är förmodligen genom kontinuerligt arbete med innehåll och kvalitet i själva utbildningen. Ulriksen, et al. (2010) lyfte fram perspektivet att svaret på bristande rekrytering och förmåga att locka kvar studenterna står att finna i den egna organisationen, och inte i tillkortakommanden bland de enskilda studenterna. Som noterat ovan menar Ottemo (2009) att detta även rimmar bättre med en självkritisk och konstruktiv hållning än att satsa på information för att rätta till förmenta fördomar bland ungdomar och allmänt i samhället.

Som vi har sett ovan har Staffan Andersson och kollegor vid Uppsala Universitet försökt finna orsaker till studiefångning vid och eventuella avhopp från tekniska och naturvetenskapliga utbildningar mot bakgrund av vad som motiverat studenter att söka sig till programmen. En naturlig fortsättning är att genomföra förändringsarbete i enlighet med vad sådana studier visar för att öka attraktiviteten i de olika studieprogrammen. Andersson Chronholm och Andersson (2011) ger som exempel hur man har arbetat med 'basåret', en kompletterande utbildning för att ge behörighet till vidare studier inom STEM. Mot en historisk bakgrund av avhopp av ungefär en femtedel av de studerande och ett tillskrivande av upptagningen av särskilt studiesvaga studenter som orsak till detta hade man tidigare provat att satsa på extraundervisning och anpassat studietempo för att minska avhopp; dock utan resultat. När man istället införde en frivillig introduktionskurs som hade uttalat fokus på att ge studenterna insyn i den för dem nya universitetskulturen och få dem att känna tillhörighet och trygghet lyckades man höja andelen studenter som fortsätter till andra terminen från 80 % till 95 % bland deltagarna. Andersson Chronholm och Andersson drar slutsatsen att: "Kursen exemplifierar hur ett forskningsbaserat arbete med introduktion och integration av nya studenter kan få betydande effekter på hur många studenter som väljer att stanna kvar" (s. 55).

Vid Lunds Tekniska Högskola (LTH) bedriver man sedan 1993 samverkansinläring ('supplemental instruction', SI), som ett frivilligt komplement till den ordinarie undervisningen och ett sätt att förbereda nybörjarstudenter för ingenjörstudierna och har

dessutom ett ansvar för nationell samordning av verksamheten (www.si-mentor.lth.se). I Lund är SI kopplat till en förstaårskurs som upplevs som svår på respektive program, ofta endimensionell analys. Deltagarna träffas i grupper om 5-15 studenter, ledda av SI-utbildade äldrekursare, där de får tillfälle att reflektera över och diskutera kring undervisningen och uppgifter de har arbetat med. Man löser problem i grupp och presenterar lösningsförslag för varandra. Malm, Bryngfors och Mörner (2011) har undersökt effekten på studieresultat av att följa SI-verksamheten och hur den beror på den enskilda studentens tidigare studieresultat i termer av genomsnittligt betyg i gymnasiekurser i matematik. Tidigare studier har främst visat att SI har varit särskilt värdefullt för svaga studenter, men man har fått varierande resultat för starkare studenter som har deltagit i SI. Övergripande fann Malm et al. ett starkt positivt samband mellan grad av närvaro vid SI-passen och sannolikheten att klara analyskursen under det första året. Denna effekt var signifikant dels för gruppen som helhet, men även då den delades upp på studenter med svaga, medelgoda och goda betyg från gymnasiet. Med andra ord gynnades studenter i alla tre nivåerna av tidigare studieframgångar av deltagande i SI. Man skulle kunna tänka sig att effekten på resultatet i analyskursen berodde på en skevhet i vilka som följde SI, snarare än på att SI i sig var verkningsfullt. Svaren på en enkät som delades ut till samtliga studenter rörande deras motivation för och ansats till studierna vid terminsstarten visade dock att faktorer som var signifikant skilda mellan dem som kom att följa SI och dem som inte gjorde det hade låg påverkan på kursresultatet. Malm et al. drar slutsatsen att det är rimligt att tro att det faktiskt var deltagandet i SI i sig som hade en stor effekt på studieresultatet. Verksamheten med SI vid LTH har breddats på olika sätt. Bland annat har man startat samarbeten med gymnasieskolor, där studenter från LTH är SI-ledare för grupper av gymnasieelever, som i sin tur får möjlighet att föra dialog och reflektera över sitt lärande och stimuleras till problemlösning (Ohlstedt, 2005). Detta är en tydlig parallell till initiativen med matematikmentorer nämnda ovan och har goda möjligheter till att främja rekrytering till STEM.

De beskrivna utvecklingsarbetena i Uppsala och Lund strävar båda mot att skapa en mjukare övergång in i de akademiska studierna, men inte nödvändigtvis att förändra verksamheten i sig på ett genomgripande sätt. Utifrån sin analys av faktorer bakom studentavhopp ovan menar dock Ulriksen, et al. (2010) att det är möjligt att mer radikala förändringar av den akademiska undervisningen inom STEM är nödvändiga för att framöver kunna attrahera studenter. De ger Roskilde Universitet och Aalborgs Universitet som exempel på lärosäten med en stödjande syn på undervisning som ligger mer i linje med var studenterna efterfrågar än vad som är vanligt på våra lärosäten. Vid Roskilde läser alla studenter med inriktning mot STEM ett integrerat program de två första åren för att först sedan specialisera sig. Studierna har starka inslag av problemorienterat projektarbete i grupp, med stöd av akademiska handledare. Den progressiva utformningen är kontroversiell och har mött kritik i utvärderingar, något som inte är konstigt mot bakgrund av man utmanar föreställningar om hur utbildning inom STEM bör bedrivas. Vid Aalborgs Universitet har man satsat brett på att införa projektarbete kring verklighetsnära tillämpningar utifrån problembaserat lärande (PBL) i utbildningarna, inklusive ingenjörsutbildningar, vilket har bidragit till en god rekrytering av studenter med förhållandevis jämn könsfördelning. Fysikutbildningen vid Lunds Universitet (www.lth.se/fysik/utbildning) kan anföras som ett annat exempel på nytänkande som har gett genomslag i högt söktryck. Istället för att inleda studierna med matematik som på de flesta andra fysik- eller ingenjörstudier, läser studenterna här fysik under hela första terminen, där stort fokus läggs på att stimulera intresse för ämnet och laborativt projektarbete i grupp. Detta attraherar förhoppningsvis de studenter av typen "cosmic explorer" (Andersson & Linder, 2009) som har sökt utbildningen på grund av ett genuint intresse för ämnet i sig.

Vi har hittills huvudsakligen behandlat teman som intresse, motivation och studieval. En grundläggande fråga man ofta ställs inför inom pedagogisk och didaktisk forskning är dock: *Men lär de sig något?* Vi har ovan kort tittat på möjliga orsaker till de finska framgångarna vid internationella kunskapsjämförelser och sett att goda kunskaper är kopplade till tillit till den egna förmågan (Lavonen & Laaksonen, 2009). Enligt Eccles modell görs vidare val mot bakgrund av förväntad framgång. En ansats för att göra utbildningen mer attraktiv är därför att sträva efter att maximera lärandet och därigenom kunskapen hos deltagarna som har genomgått en viss utbildning. Dessvärre är frågan om vilka pedagogiska ansatser som leder till gott lärande starkt politiskt laddad och polariserad, både i samhällsdebatten och i forskarvärlden. Till exempel har det debatterats i åtminstone två decennier huruvida en undersökande pedagogik, 'inquiry-based learning', leder till ett ökat intresse och/eller gynnar lärandet eller inte. En kognitivt inriktad metastudie av Hake (1998) över hur mycket 6542 deltagare lärde sig vid olika typer av undervisningsansatser i 62 kurser i grundläggande Newtonsk mekanik på gymnasie- och högskolenivå kan dock vara värd att nämna i sammanhanget. De studerade kursdesignerna delades upp i två kategorier: 1) Kurser som kännetecknades av "interaktivt deltagande" ('interactive engagement', IE), där deltagarnas utveckling av begreppsförståelse stöddes av interaktivt deltagande i 'heads-on' och ofta 'hands-on' aktiviteter som ger omedelbar återkoppling genom diskussioner med andra studenter och lärare. 2) "Traditionella" kurser, som huvudsakligen utgick från föreläsningar, styrda laborationer och tentamina med matematisk problemlösning. Genom att testa studenternas begreppsförståelse i mekanik med standardiserade flervalsfrågor före och efter genomgångna kurser i ämnet kunde Hake visa att *samtliga kurser med traditionell design ledde till ett lågt genomsnittligt lärande bland deltagarna*, mätt som 'learning gain': kvoten ('andel rätt svar i eftertest' – 'andel rätt svar i förtest') / (100 % – 'andel rätt svar i förtest'). Som kontrast ledde majoriteten av kurserna med interaktivt deltagande till ett lärande kategoriserat som 'medium', även några av dessa till låg kunskapsökning, men inga alls till hög kunskapsökning. Hake drar slutsatsen:

The conceptual and problem-solving test results strongly suggest that the use of IE strategies can increase mechanics course effectiveness well beyond that obtained with traditional methods (s. 71).

Genom att dra nytta av resultat från didaktisk forskning inom STEM kan vi alltså ge studenterna bättre förutsättningar att lära sig det vi vill att de ska lära sig och rimligen därför också att bli mer framgångsrika i sina studier. Att dessa resultat som visar en koppling mellan interaktiva metoder och gott lärande går i motsatt riktning till vad Lavonen och Laaksonen (2009) fann i de finska PISA-resultaten pekar dock på svårigheterna i att dra generella slutsatser rörande pedagogiska metoder.

Slutsatser och rekommendationer

Avslutningsvis drar vi några slutsatser och ger rekommendationer för fortsatt arbete med att stärka rekryteringen till studier i naturvetenskap och teknik, dels från perspektivet vad lärosäten kan lära av varandra, men också rörande överföring mellan de nordiska länderna:

- Satsa på utvecklingsarbete och att stärka den egna verksamheten så att utbildningarna blir mer lockande för presumtiva studenter, snarare än på informationskampanjer. Beakta forskning och andra undersökningar av vad unga människor intresserar sig för, såsom ROSE, Vilje-con-valg och IRIS, vid utvecklingsarbete. Relevans för den egna personen och samhället, och verksamhet som stämmer överens med den egna självbilden, eller ännu hellre utvecklar den, är särskilt viktigt för att attrahera kvinnliga studenter. Ansvaret för verksamhetsutveckling ligger naturligtvis främst på de enskilda lärosätena, men det finns

goda möjligheter att lära av varandra när det gäller att bygga upp utbildningar som är attraktiva för sökande och aktiva studenter. Vi rekommenderar att NORDTEK, som en plattform för erfarenhetsutbyte och samarbete mellan de ingående lärosätena och mellan de nordiska länderna, bidrar till ett ökat fokus på sådan verksamhetsutveckling.

- Utformningen av strategier i Norge för stärkande av undervisningen i naturvetenskap och teknik i hela utbildningssystemet, under ledning av Kunnskapsdepartementet, men i samarbete med industri, högskolor och andra intresseorganisationer framstår som ett gott exempel att ta efter i utbildningspolitiken även i våra andra länder. Tydliga mål, tydliga handlingsplaner för att nå dem, finansiella satsningar på existerande verksamhet och uppbyggnad av ny verksamhet, samt inte minst en samförståndsanda, till exempel uttryckt i namnet *Et felles løft for realfagene*, lovar gott och har gett resultat på sökstatistiken så sent som nu under våren 2012. Den danska motsvarigheten *Et fælles løft* kan ses som ett steg på vägen, men det är oklart i vilken utsträckning strategin har förankrats i politiken och i utbildningssystemet. Vår rekommendation är att NORDTEK spelar en aktiv roll som lobbyorganisation och påtryckare för att föreslå utveckling och förankring av liknande strategier i de övriga nordiska länderna.
- Uppbyggnaden av resurscentra har varit central i alla nordiska länder för spridning av forskning och undervisningssekvenser, samt för fortbildning av lärare. Med tydliga skrivelser om fortsatt stöd och vidare satsningar på resurscentra i sin senaste strategi *Realfag for framtida* är Norge återigen ett gott exempel. RENATEsenteret med uttalat nationellt ansvar för rekrytering till 'realfag' i Norge har de senaste åren stärkt verksamheten, men tycks sakna motsvarighet i de andra nordiska länderna. Verksamheten inom resurscentra bör stödjas och vidareutvecklas, med tillvaratagande av gjorda erfarenheter. Specifikt finns det en tydlig möjlighet att starta resurscentra med uttalat ansvar för rekrytering även i de andra länderna, med RENATEsenteret som förebild. Resurscentra är ofta förlagda vid universitet och högskolor och de enskilda lärosätena har ett ansvar för att ge verksamheterna goda förutsättningar och erbjuda kontaktytor för olika typer av samarbeten. Vi rekommenderar generellt att NORDTEK agerar påtryckare för att säkra satsning på och finansiering av nationella resurscentra, och specifikt att NORDTEK hjälper till att sprida information om det framgångsrika exemplet RENATEsenteret och verkar för uppbyggande av liknande organisationer i de övriga länderna i Norden, förslagsvis i samverkan med RENATEsenteret.
- Situationen för sökande till ingenjörsutbildningar har stärkts under de senaste åren, men särskilt i Sverige är situationen fortfarande problematisk för lärarutbildning i naturvetenskap och teknik. För att fler presumtiva studenter ska attraheras till vidare studier i dessa ämnen behöver lärarutbildning och fortbildning för lärare fortsatt stärkas, med fokus på kunskaper i undervisningsämnena och deras didaktik. Möjligheten till samverkan mellan tekniska högskolor och lärarutbildning varierar från lärosäte till lärosäte, men tekniska högskolor kan potentiellt bidra med en stärkt ämnesförankring i lärarutbildningen. Ett exempel är att KTH i samarbete med Stockholms Universitet bedriver en kombinerad utbildning till 'Civilingenjör och lärare' som leder till dubbla examina.
- Vid utveckling och satsning på enskilda rekryteringsinitiativ kan Eccles 'expectancy-value model' med fördel användas. Man bör ställa sig frågorna: Ökar en eventuell satsning deltagarnas förväntan om framgångsrika framtida studier? Kommer deltagarna att tillskriva framtida studier ett högre värde än innan? Initiativen där studenter agerar matematikmentorer för gymnasieelever inom t.ex. Intize och ENT3R framstår här som föredömliga, i och med att de bygger på en kontinuerlig kontakt, mentorerna kan ge en

personlig kontakt och bli förebilder, medan deltagarna stärker sina matematikkunskaper och får en vidgad syn på hur matematiken kan användas. Matematikmentorsverksamhet är en god kandidat för ökad spridning till fler lärosäten i Sverige, samt till Danmark, Island och Finland. Strategin i Norge med central koordinering är sannolikt mer effektiv än den studentledda spridningen från lärosäte till lärosäte i Sverige. Vår rekommendation är att NORDTEK bidrar till att sprida information om Intize och ENT3R till fler länder och lärosäten, samt uppmuntrar resurscentra och lärosäten att satsa på att bygga upp matematikmentorsverksamhet. NORDTEK kan även ta en mer aktiv roll som samordnare vid uppbyggandet av verksamheten på nya platser, i samverkan med organisationen bakom Intize och RENATEsenteret.

- Slutligen föreslår vi att ett seminarium för erfarenhetsutbyte rörande rekryteringsinitiativ mellan nordiska länder och lärosäten organiseras i NORDTEK:s regi. Seminariet skulle kunna erbjuda en kombination av presentationer av forskare, nationella institutioner och enskilda rekryteringsinitiativ, samt möjlighet till diskussioner mellan representanter för lärosätena, t.ex. ansvariga för rekrytering och skolsamordnare.

Källor

- Allen, A., Black, P., & Wallin, H. (2002). An evaluation report on the LUMA programme prepared for the Ministry of Education, 48: 2002. Nedladdat 11 maj, 2012, från http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Julkaisut/2002/liitteet/opm_458_48_02LUMAreport.pdf.
- Andersson Chronholm, J., & Andersson, S. (2011). Introduktion till universitetsstudier - ett sätt att behålla fler studenter. *Högre Utbildning*, 1(1), 53-55.
- Andersson, S., & Linder, C. (2008). *Motives and achievements of first year students on the master programme in Engineering Physics at Uppsala University*. Bidrag presenterat vid Utvecklingskonferensen 2008, Nätverket Ingenjörsutbildningarna, 26-27 november, KTH, Stockholm. Nedladdat 15 maj, 2012, från <http://www.csc.kth.se/~kristina/utveckling2008/papers/Andersson,%20Linder.pdf>.
- Andersson, S., & Linder, C. (2009). *Relations between motives, academic achievement and retention in the first year of a master programme in engineering physics*. Bidrag presenterat vid ESERA, Istanbul, 31 augusti - 4 september. Nedladdat 9 maj, 2012, från http://www.esera2009.org/books/book_4.pdf#page=137.
- Arbejdsgruppen (2008). Et fælles løft. Rapport fra arbejdsgruppen til forberedelse af en national strategi for natur, teknik og sundhed. Nedladdat 18 maj, 2012, från http://nts.ind.ku.dk/et-faelles-loeft_web.pdf.
- Becker, F. S. (2010). Why don't young people want to become engineers? Rational reasons for disappointing decisions. *European Journal of Engineering Education*, 35(4), 349-366.
- Björk, N. (1996). *Under det rosa täcket: om kvinnlighetens vara och feministiska strategier*. Stockholm: Wahlström & Widstrand.
- Bøe, M. V., Henriksen, E. K., Lyons, T., & Schreiner, C. (2011). Participation in science and technology: young people's achievement-related choices in late-modern societies. *Studies in Science Education*, 47(1), 37-72.
- Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology*, 53, 109-132.
- ERT (2009). Mathematics, science & technology education report. The case for a European coordinating body. Nedladdat 10 maj, 2012, från <http://www.ert.eu/sites/default/files/MST%20Report%20FINAL.pdf>.

- EUROSTAT (2012). Mathematics, science, and technology enrolment and graduates, database: educ_thflds. Nedladdat 4 juni, 2012, från http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=educ_thflds&lang=en.
- Gisselberg, K., Ottander, C., & Hanberger, A. (2003). NOT-projektet 1999-2003 - en utvärdering, Umeå Centre for Evaluation Research, Umeå University, Evaluation Report No 14. Nedladdat 10 maj, 2012, från http://www.edusci.umu.se/digitalAssets/65/65548_evaluationreport14.pdf.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64-74.
- Haugsbakken, H., & Buland, T. (2009). Leksehjelp - Ingen tryllestav? Sluttrapport fra evalueringen av Projekt leksehjelp. SINTEF, Trondheim. Nedladdat 9 maj, 2012, från http://www.sintef.no/upload/Teknologi_samfunn/5075/Leksehjelp-ferdig%20rapport.pdf.
- Henriksen, E. K., & Jensen, F. (2011). *Hva sier IRIS om opplevelsene til norske begynnerstudenter i realfag?* Bidrag presenterat vid Det nytter! Nasjonal konferense om rekruttering til realfag, Næringslivets Hus, Oslo, 28 mars.
- Holmegaard, H. T., Ulriksen, L., & Madsen, L. M. (2010). *Why students choose (not) to study engineering.* Bidrag presenterat vid Joint International IGIP-SEFI Annual Conference, Trnava, Slovakia, 19-22 September.
- Hovdhaugen, E. (2009). Transfer and dropout: different forms of student departure in Norway. *Studies in Higher Education*, 34(1), 1-17.
- Högskoleverket (2012). Statistik om högskolan. Nedladdat 16 maj, 2012, från http://www.hsv.se/nu_soktryck?struts.portlet.action=/nudev/urval&frageTyp=2&frageNr=205.
- IDA (2008). Fakta om ingeniøruddannelserne. Nedladdat 16 maj, 2012, från <http://ida.dk/omida/laesesalen/Documents/IDA%20Analyser/Fakta%20om%20ingeniøruddannelserne2008.pdf>.
- IDA (2011). Fakta om ingeniør- og cand. scient.-uddannelserne 2011. Opptag på utdannelserne 2007-2011. Nedladdat 15 maj, 2012, från http://ida.dk/omida/laesesalen/Documents/analyse_og_rapporter/Fakta%20om%20ingeni%C3%B8ruddannelserne%202011%20ENDELIG.pdf.
- IVA (2003). Morgondagens ingenjör: 59 goda exempel! Och några till... En kartläggning av pågående projekt i syfte att stimulera barns och ungdomars intresse för naturvetenskap och teknik. Nedladdat 9 maj, 2012, från <http://www.iva.se/upload/Verksamhet/Projekt/Morgondagens%20ingenj%C3%B6r/up11544-IVA-R%20445.pdf>.
- Jensen, F., & Henriksen, E. K. (2010). IRIS Working document No. 1. Recruitment initiatives and choice of STEM higher education. Part II: The effect of initiatives to recruit young people to science, technology, engineering and mathematics (STEM) education. Nedladdat 10 maj, 2012, från [http://iris.fp-7.org/scripts/download.php?file=/data/upload/Deliverables/ON-LINE/Iris__Recruitment_initiatives_5.1\(1\).pdf](http://iris.fp-7.org/scripts/download.php?file=/data/upload/Deliverables/ON-LINE/Iris__Recruitment_initiatives_5.1(1).pdf).
- Jensen, F., Sjaastad, J., & Henriksen, E. K. (2011). Hva nytter? På jakt etter suksesshistorier om rekruttering til realfag, KIMEN - en skriftserie fra Naturfagsenteret, Nr 1. Nedladdat 10 maj, 2012, från <http://www.naturfagsenteret.no/binfil/download.php?did=7035>.
- Jidesjö, A. (2010). *Secondary students' interest in science and technology understood as a media effect.* Bidrag presenterat vid XIV IOSTE International Organization for

- Science and Technology Education, Bled, Slovenien, 13-18 juni. Nedladdat 28 maj 2012, från <http://files.ecetera.si/IOSTE/591.pdf>.
- Jidesjö, A., Oscarsson, M., Karlsson, K.-G., & Strömdahl, H. (2009). Science for all or science for some: What Swedish students want to learn about in secondary science and technology and their opinions on science lessons. *Nordina*, 5(2), 213-229.
- KaU (2012). Ljungbergsfondens satsningar i Värmland ger goda resultat. Nedladdat 14 maj, 2012, från <http://www.kau.se/om-universitetet/aktuellt/nyheter/pressmeddelanden/10258>.
- Kunnskapsdepartementet (2010). Realfag for framtida. Strategi for styrking av realfag og teknologi 2010-2014. Nedladdat 16 maj, 2012, från <http://www.regjeringen.no/upload/KD/Vedlegg/Strategi-%20Realfag%20for%20framtida.pdf>.
- Kunnskapsdepartementet (2012). Flere vil bli lærere og ingeniører. Nedladdat 16 maj, 2012, från <http://www.regjeringen.no/nb/dep/kd/presesenter/pressemeldinger/2012/flere-vil-bli-larere-og-ingeniorer-.html?id=679257>.
- Lavonen, J., & Laaksonen, S. (2009). Context of teaching and learning school science in Finland: Reflections on PISA 2006 results. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 922-944.
- Lyons, T. (2006). Different countries, same science classes: students' experiences of school science in their own words. *International Journal of Science Education*, 28(6), 591-613.
- Malm, J., Bryngfors, L., & Mörner, L.-L. (2011). Supplemental Instruction: Whom does it serve? *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 23(3), 282-291.
- Ohlstedt, E. (2005). *SI i gymnasieskolan - möjligheter och problem. Rekryteringsprojekt*. Lund: Centrum för supplemental instruction.
- Ottemo, A. (2009). Rekryteringsarbete: Rådande utgångspunkter och alternativa strategier. *Den 2:a utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, LTH, Lund, 2-3 december*. Nedladdat 8 maj, 2012, från <http://www.lth.se/fileadmin/lth/genombrottet/natutvkonferens2009/proceedings/12Ottemo.pdf>.
- Pallesen, L. (2007). DTU-rector: Ingeniørmangel er klynk. Nedladdat 13 April, 2011, från <http://ing.dk/artikel/77777-dtu-rector-ingenioermangel-er-klynk>.
- Poole, S. J., deGrazia, J. L., & Sullivan, J. F. (2001). Assessing K-12 pre-engineering outreach programs. *Journal of Engineering Education*, 90(1), 43-48.
- Prieto, E., Holbrook, A., Bourke, S., O'Connor, J., Page, A., & Husher, K. (2009). Influences on engineering enrolments. A synthesis of the findings of recent reports. *European Journal of Engineering Education*, 34(2), 183-203.
- Schreiner, C., Henriksen, E. K., Sjaastad, J., Jensen, F., & Løken, M. (2010). Vilje-con-valg: Valg og bortvalg av realfag i høyere utdanning. KIMEN - en skriftserie fra Naturfagsenteret, Nr 2. Nedladdat 2 maj, 2012, från <http://www.naturfagsenteret.no/binfil/download.php?did=6473>.
- Seymour, E., & Hewitt, N. M. (1997). *Talking about leaving: why undergraduates leave the sciences*. Boulder, CO: Westview.
- Simpkins, S. D., Davis-Kean, P. E., & Eccles, J. S. (2006). Math and science motivation: A longitudinal examination of the links between choices and beliefs. *Developmental Psychology*, 42(1), 70-83.
- Sjaastad, J. (2011). Sources of Inspiration: The role of significant persons in young people's choice of science in higher education. *International Journal of Science Education*.

- Sjøberg, S. (1999). NOT-projektet - Sett utenfra. En vurdering av NOT-projektets innsatser fra 1993 til høsten 1998. Nedladdat 27 juli, 2009, från <http://folk.uio.no/sveinsj/NOT-vurdering.html>.
- Sjøberg, S. (2000). *Naturvetenskap som allmänbildning*. Lund: Studentlitteratur.
- Sjøberg, S., & Schreiner, C. (2005). How do learners in different cultures relate to science and technology. Results and perspectives from the project ROSE. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 6(2), 1-17.
- Skolverket (2003). Nationella utvärderingen av grundskolan 2003. Sammanfattande huvudrapport. Nedladdat 10 maj, 2012, från http://www.skolverket.se/2.3894/publicerat/2.5006?_xurl_=http%3A%2F%2Fwww4.skolverket.se%3A8080%2Fwtpub%2Fws%2Fskolbok%2Fwpubext%2Ftrycksak%2Fblob%2Fpdf1362.pdf%3Fk%3D1362.
- SO (2012). Førstevalgsøkere til utdanningsområdet. Teknologiske fag fordelt på type, fra 2005. Nedladdat 16 maj, 2012, från <http://www.samordnaopptak.no/tall/2012/mai/tekno/utdtype/05-12>.
- Teknikdelegationen (2009a). Hur gör man i andra länder? - en internationell kartläggning av nationella satsningar för att öka intresset för naturvetenskap och teknik, Rapport 2009: 4. Nedladdat 10 maj, 2012, från <http://www.teknikdelegationen.nu/bazment/teknikdelegationen/download.aspx?id=rapport200904>.
- Teknikdelegationen (2009b). Nyfiken på naturvetenskap och teknik - en kartläggning av initiativ som syftar till att öka barns och ungdomars intresse för ämnena. Rapport 2009:1. Nedladdat 9 maj, 2012, från http://www.teknikdelegationen.nu/bazment/teknikdelegationen/download.aspx?id=rapport_2009_1.
- Teknikdelegationen (2009c). Samverkan mellan skola och arbetsliv - flaskhalsar och framgångsfaktorer, Rapport 2009: 3. Nedladdat 14 maj, 2012, från <http://www.teknikdelegationen.nu/bazment/teknikdelegationen/download.aspx?id=22>.
- Teknikdelegationen (2010). Kampanjen Den breda linjen - genomförande och utvärdering, Rapport 2010:4. Nedladdat 10 maj, 2012, från <http://www.teknikdelegationen.nu/bazment/teknikdelegationen/download.aspx?id=Rapport4>.
- Tengelin, N. (2009). *Corporate investment to increase interest in mathematics, science and technology. A general analysis for the Volvo Group*. Master of Science thesis, Chalmers, Göteborg.
- Tinto, V. (1987). *Leaving college: rethinking the causes and cures of student attrition*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Ulriksen, L., Madsen, L. M., & Holmegaard, H. T. (2010). What do we know about explanations for drop out/opt out among young people from STM higher education programmes? *Studies in Science Education*, 46(2), 209-244.
- VA (2007). Projekt utan effekt? - utvärderingar av N&T-initiativ under luppen. Nedladdat 2 december, 2011, från http://www.v-a.se/downloads/varapport2007_7.pdf.